



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
INDUSTRIAL

Aplicación del TPM para incrementar la productividad en el área de
mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora
Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTOR:

Br. Raúl David Baltodano Cruzado (ORCID: 0000-0003-4311-7404)

ASESOR:

Mg. Ronald Fernando Dávila Laguna (ORCID: 0000-0001-9886-0452)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

La presente Tesis está dedicada a mis padres, hermanos, esposa e hija, quienes se preocuparon por mi crecimiento profesional y personal.

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios por su bendición y brindarme la oportunidad de culminar mis estudios universitarios, a mis padres, compañeros y amigos quienes se preocuparon por conseguir mis metas.

A la empresa Distribuidora CUMMINS PERÚ S.A.C y KOMATSU por facilitar implementar la tesis desarrollada.

Página del Jurado

Declaratoria de Autenticidad

Yo Baltodano Cruzado Raúl David, identificado con el DNI: 44262831, a efectos de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grado y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela de Ingeniería, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo declaro que los resultados obtenidos en la investigación que presento como informe final, previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial son absolutamente originales, auténticos y personales.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de información mostrada, por lo cual obedezco a lo habilitado por las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 03 de Marzo del 2020.



Baltodano Cruzado Raúl David

Presentación

Señores miembros del Jurado:

En el cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis Titulada “Aplicación del TPM para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.” la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Industrial.

Atentamente:

BaltodanorCruzado Raúl David

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado	iv
Declaratoria de Autenticidad	v
Presentación	vi
Índice	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad Problemática	1
1.2. Trabajos previos	12
1.3. Teorías relacionadas al tema	16
1.4. Formulación del problema	22
1.5. Justificación del estudio	22
1.6. Hipótesis	23
1.7. Objetivos	23
II. MÉTODO	25
2.1. Tipo y diseño de investigación	25
2.2. Variables, operacionalización	26
2.3. Población, muestra y muestreo	30
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	30
2.5. Métodos de análisis de datos	31
2.6. Aspectos éticos	33
2.7. Desarrollo de la propuesta	33
III. RESULTADOS	85
IV. DISCUSIÓN	100
V. CONCLUSIONES	102
VI. RECOMENDACIONES	103
VII. REFERENCIAS	104
VIII. ANEXOS	108

Resumen

La investigación se propuso como objetivo determinar como la aplicación del TPM incrementaba la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

Barrick Lagunas Norte, es una mina que pertenece Barrick Gold Corporation, principal productor de oro a nivel mundial. Se ubica en el distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco en la Región La Libertad.

Por su finalidad, la investigación fue aplicada pues propuso el TPM para lograr mejoras en la productividad de la flota de camiones Komatsu 730E prolongando así su vida útil y reduciendo los costos de reparación y mantenimiento. Su alcance fue longitudinal, pues se evaluarón los cambios mediante mediciones antes y después de haberse aplicado la variable independiente el TPM y ver sus resultados sobre la variable dependiente. La investigación, por su diseño, fue cuasi experimental ya que se manipuló la variable independiente observando los cambios en la variable dependiente mediante el pre y post test. Por su nivel fue explicativa pues mostró el efecto de la variable independiente sobre la dependiente en el incremento de la productividad de los camiones Komatsu 730E. Por su enfoque, la investigación fue de tipo cuantitativa, ya que se evaluaron los datos antes y el después de aplicar el mantenimiento productivo total. Por su alcance, la investigación fue longitudinal, ya que se vieron los cambios mediante mediciones antes y después de haberse aplicado la variable independiente y visualizarse el resultado de implementar el TPM.

Se demostró que la productividad pre test era de 0,7658 y la del post test de 0,9333 Podemos inferir que el TPM ha permitido mejorar la productividad en un 21.87 %.

Palabras claves: Mantenimiento Productivo Total, incremento, productividad

Abstract

The objective of the research was to determine how the application of the TPM increases productivity in the maintenance area of the Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú SAC truck fleet, Lima – 2019.

Barrick Lagunas Norte, is a mine owned by Barrick Gold Corporation. Barrick is located in the district of Quiruvilca, Province of Santiago de Chuco in the Region La Libertad.

For its purpose, the research was applied. It was proposed the TPM, to achieve improvements in the productivity of the Komatsu 730E truck fleet, thus prolonging its useful life and reducing repair and maintenance costs. For its scope, it was longitudinal, as changes were evaluated by measurements before and after having applied the independent variable TPM and see their results on the dependent variable. The design research was quasi-experimental as the independent variable was manipulated by observing changes in the dependent variable by pre and post test. Due to its level the investigation is explanatory because it showed the effect of the independent variable on the dependent for the increase of the productivity of the trucks Komatsu 730E. Based on its approach, the investigation was of a quantitative nature, since the data were evaluated before and after the TPM was applied. By its scope the research is longitudinal, as it will see the changes through measurements before and after having applied the independent variable and visualize theirs results

It was demonstrated that the pre test productivity was 0.7658 and the post-test productivity was 0.9333 We can assume that the TPM has improved productivity by 21.87%.

Keywords: Total Productive Maintenance, increase, productivity

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

1.1.1. Problemática Global

Las exigencias de calidad y la ardua competencia del mercado plantean retos a las organizaciones en general; esto no excluye a las empresas dedicadas a actividades como el mantenimiento industrial, la fabricación de maquinaria entre otras. Por ejemplo, el desarrollo tecnológico ha posibilitado, entre otros, mejoras en los procesos de manufactura y el mantenimiento.

Según **Steinbacher & Norma, 1993**, para que una compañía pueda subsistir, esta debe ser competitiva y cumplir con tres condiciones fundamentales:

- **Brindar un producto de óptima calidad:** Los clientes requieren de las empresas materias primas u otros recursos de calidad, acordes con las especificaciones requeridas.
- **Tener costos competitivos:** Una gerencia de nivel y la eficiencia en sus sistemas productivos eficaces ayudan en el logro de esta meta.
- **Realizar las entregas a tiempo:** Reducir el tiempo de entrega y así aumentar la satisfacción fidelizando al cliente.

El TPM, como sistema de mantenimiento, se originó en Japón y busca maximizar la eficiencia de los equipos siendo el operador del equipo el responsable de las tareas de mantenimiento. Esta indaga en el compromiso de los involucrados en la limpieza, cuidado y mantenimiento de los equipos para reducir las averías. Es pues el operador quien mejor conoce a su equipo y puede determinar si su funcionamiento es correcto y detectar las averías. Así se reducen los tiempos de mantenimiento y reparación disminuyéndose los costos.

Shirose (1992), señala que las entidades que aplican el TPM, encaminan sus metas a lograr tanto “cero averías” y “cero errores”. El tener en óptimas condiciones la máquina compromete alcanzar a que los equipos operen de la mejor forma y que no se detenga por alguna falla.

Como se ha señalado, implementar el TPM, requiere del compromiso del personal en cada uno de los niveles de la compañía. Esto abarca desde la alta dirección hasta los niveles inferiores de la cadena productiva. Además, es necesario que se comprenda su valor para el alcance de las metas y objetivos; siendo fundamental la formación y la información para su correcta implementación.

Para **Hartman (1992)**, el éxito o el fracaso del TPM, se relaciona con tener una organización bien estructurada; esto implica: las características personales de sus integrantes y la cultura organizacional.

Un caso exitoso de implementación del TPM es Forsa S.A (<https://www.forsa.com.co/>), empresa Colombiana del sector metalmecánico del Valle del Cauca que se inició en Cali en el año 1995. Forza provee, sistemas y soluciones especiales de ingeniería para la construcción de puentes, edificaciones y obras de infraestructura. Sus soluciones son ofrecidas en más de 30 países y exporta a Sur América, Centro América, y al continente europeo. Tiene una planta en México, la cual suministra el 30% de producción a sus industrias de operaciones fundamentales en Perú, Rep. Dominicana y Brasil y sucursales mercantiles en países distintos.

El éxito en la propuesta de TPM implementada por FORZA S.A, se ha basado en el soporte brindado por lo ejecutivos de la organización por la convicción del éxito y los beneficios que podría brindar a la empresa considerando que los resultados no son inmediatos, pues implica la necesidad de implementar una cultura que lleve a los colaboradores a hacerla suya y adopten esta cultura de cambio.

Para Marin-Garcia, Bautista, & Garcia Sabater (2011), implementar de manera exitosa la mejora continua tiene en la cultura de la organización un factor crítico que exige la participación de todos los miembros de la compañía.

1.1.2. Problemática Nacional

En el país, la Ingeniería de mantenimiento, nace en la Sociedad Nacional de Industrias (SIN), en 1976; como soporte a los técnicos y profesionales de esta rama de la industria. La SIN, como órgano técnico, posibilita la convocatoria de un sinnúmero de profesionales de la especialidad generando una corriente de convocatoria y propagación de la sabiduría de la

gestión de mantenimiento y el importante rol que cumple. Así, se gesta el día Nacional del Mantenimiento y Patrimonio recomendándose el establecimiento de equipos técnicos de periódica supervisión para verificar los servicios ofertados por la diversidad de empresas que brindaban este servicio y la formación de una Fiscalía general de Mantenimiento, que vela por los activos de las empresas públicas y privadas que garanticen el retorno de la inversión para alargar la vida de vida útil de los equipos y la calidad y seguridad en sus servicios en revisiones periódicas que están encargadas de determinar las problemáticas con anticipación y genera la probabilidad al dueño de escoger el instante perfecto para efectuar un arreglo determinado.

1.1.3. Problemática Local

Cummins Inc, corporación de origen norteamericano, tiene larga data en la fabricación, diseño, distribución y suministro de servicios para motores diesel en la industria. Su representante en el Perú, Distribuidora Cummins Perú S.A.C., atiende las necesidades de diversos sectores brindando soluciones de la mas alta calidad en motores diesel, generadores eléctricos, filtros, repuestos, alquiler de equipos y soporte técnico donde se dan las actividades operativas; para ello, cuenta con cinco sucursales en el país.

Entre sus clientes está Barrick Gold Corporation, minera canadiense, la principal minera productora de oro a nivel mundial. Barrick, tiene operaciones de exploración y explotación en los Estados Unidos, República Dominicana, Canadá, Australia, Argentina, Chile, Perú, Papúa Nueva Guinea y Zambia. Barrick, opera 17 minas en 12 países del orbe.

Figura 1: Foto del camión KOMATSU 730 E



Fuente: empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C.

La presencia de Barrick en el Perú se inició en 1998 con Pierina, mina situada en el distrito de Jangas, provincia de Huaraz. Dicho proyecto, a la fecha, está en la etapa de cierre.

La otra operación de Barrick en el país es Lagunas Norte, en el distrito de Quiruvilca, Provincia de Santiago de Chuco, Región La Libertad. Es una mina a tajo abierto con diseño tipo andenería con altura de bancos de 10 metros. Su construcción demandó una inversión de 340 millones de dólares.

Figura 2: Localización Lagunas norte



Fuente: Elaboración propia - 2019

Lagunas Norte inicio operaciones el segundo trimestre del 2005 con reservas de 8,8 millones de onzas y una vida útil esperada de más o menos de 10 años.

Distribuidora Cummins Perú S.A.C suministra a estas operaciones diversidad de equipos como perforadoras modelos SKS, DMM2 y MD6420, excavadoras PC300LC, motoniveladoras GD825A, palas hidráulicas modelo PC4000, cargadores frontales WA1200 y camiones 730E de 148 y 190 toneladas para el transporte a la planta de chancado.

Por las características de la actividad, se requiere que la operatividad del equipamiento sea plena pues las metas de productividad se miden por el desempeño de los equipos en términos de su disponibilidad y operatividad.

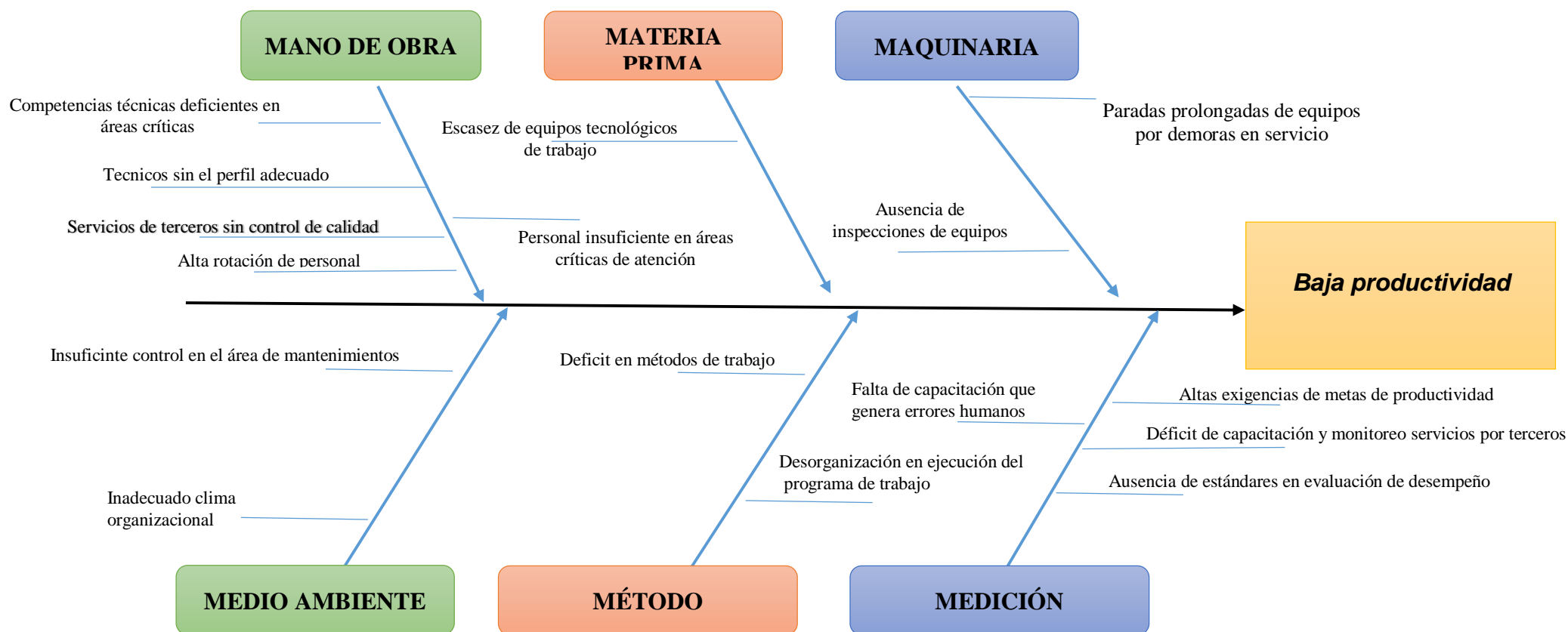
Para garantizar la disponibilidad y operatividad de la flota, la empresa tiene dispuesto en el campamento de Lagunas Norte a un equipo de técnicos para atender los servicios de mantenimiento, pues de esto depende la producción del yacimiento.

En los últimos meses, el mantenimiento a la flota de camiones Komatsu 730E en el campamento minero presentaba diversos problemas que afectaban el servicio; esto se puso de manifiesto por las paradas constantes que afectaban la productividad de las unidades utilizadas en el carguío del material que se extraía y se trasladaba a la planta chancadora.

Para identificar la problemática, se recurrió al diagrama de Ishikawa para precisar lo que daba origen a esta situación. A través de la lluvia de ideas y la intervención de los colaboradores del área de mantenimiento, se identificaron las causas relacionadas con las diferentes categorías que detalla el diagrama causa efecto.

La figura 1, recoge detalles del diagrama causa efecto asociado a la baja productividad de los camiones Komatsu 730E motor Cummins serie K2000 en las operaciones de Barrick en Lagunas Norte.

Figura 3: Diagrama de Causa-Efecto



Fuente: Elaboración propia - 2019

De la figura anterior se observa que el principal problema era la baja productividad en el área de mantenimiento. Sus causas se agruparon en las seis categorías del diagrama de Ishikawa.

De la Figura 3, la M de maquinaria era la más saltante por las paradas continuas y el deficiente mantenimiento brindado a los equipos. De forma complementaria, el diagrama recogía las diferentes causas que generaban una baja productividad.

Para establecer el grado de correlación entre las causas detalladas en el Diagrama de Ishikawa, se hizo uso de la matriz de correlación tomándose para ello la escala siguiente:

- Influencia Alta = 3,
- Influencia media = 2,
- Influencia baja = 1,
- No influye = 0

La tabla 1 adjunta recoge los puntajes obtenidos y posibilitó verificar las causas con mayor impacto y que se recogían como las frecuencias con los que estos se presentaban.

Tabla 1: Matriz de correlación

CAUSAS	DEFINICIÓN	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C16	C17	PUNTAJE	% PONDERADO
C1	Paradas prolongadas de equipos x demora en entrega del servicio		3	1	2	3	3	3	0	2	2	3	0	2	2	3	2	31	6.65%
C2	Servicio de terceros sin control de productividad	3		0	0	3	0	3	2	0	0	0	2	0	0	2	2	17	3.65%
C3	escasez de equipos tecnológicos de trabajo	2	2		3	3	3	3	2	1	2	3	1	2	3	2	3	35	7.51%
C4	deficit de competencias de técnicos en áreas críticas	2	3	3		3	1	1	1	0	0	1	0	2	1	2	2	22	4.72%
C5	Técnicos sin el perfil adecuado	2	3	2	3		3	3	2	1	2	3	0	3	3	2	3	35	7.51%
C6	alta rotación de personal	2	3	2	2	3		2	2	2	2	3	2	1	3	2	2	33	7.08%
C7	Deficit en capacitación y monitoreo de servicios atendidos por terceros	2	2	3	1	2	3		1	2	2	3	3	2	2	2	2	32	6.87%
C8	insuficiente personal en áreas críticas de atención	2	3	2	1	2	3	1		0	2	2	1	2	3	3	3	30	6.44%
C9	altas exigencias en metas de productividad	2	0	1	0	2	2	3	2		2	3	1	1	2	2	2	25	5.36%
C10	inadecuado clima organizacional	3	2	2	1	2	0	1	3	0		2	1	2	1	0	3	23	4.94%
C11	falta de capacitación genera errores humanos	2	2	3	1	3	2	1	3	2	1		3	2	1	2	3	31	6.65%
C12	Falta de estándares evaluación desempeño	2	1	1	1	1	3	2	0	0	1	0		1	2	1	1	17	3.65%
C13	desorganización en ejecución del programa de actividades	2	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	1		2	2	3	37	7.94%
C14	Ausencia de inspecciones de equipos	2	2	3	2	2	1	2	3	1	2	3	1	1		2	3	30	6.44%
C15	Deficit en métodos de trabajo	3	2	3	3	3	2	2	2	1	1	3	3	2	2		3	35	7.51%
C16	insuficiente control en áreas de mantenimiento	3	3	3	3	3	2	2	1	1	2	3	1	2	2	2		33	7.08%
TOTAL																		466	100.00%
								ESCALA											
								O = NO INFLUYE											
								1 = INFLUENCIA BAJA											
								2 = INFLUENCIA MEDIA											
								3 = INFLUENCIA ALTA											

Fuente: Elaboración propia

La información consignada en la tabla 2 fue ordenada, en términos de las frecuencias relativas, sirviendo para estimar las frecuencias acumuladas y sus porcentajes. Estos datos fueron la base para diseñar el Pareto.

Tabla 2: *Tabla de Frecuencia,*

CAUSAS	DEFINICIÓN DE CAUSAS	FRECUENCIA	% DE FRECUENCIA ACUMULADO	Frecuencia Acumulada	80 - 20	CLASIFICACION ABC	
C13	desorganización en ejecución del programa de actividades	37	8%	37	80%	A	I M P O R T A N T E S
C15	Deficit en métodos de trabajo	35	15%	72	80%	A	
C5	Técnicos sin el perfil adecuado	35	23%	107	80%	A	
C3	escasez de equipos tecnológicos de trabajo	35	30%	142	80%	A	
C6	alta rotación de personal	33	38%	175	80%	A	
C16	insuficiente control en áreas de mantenimiento	33	45%	208	80%	A	
C7	Deficit en capacitación y monitoreo de servicios atendidos por terceros	32	52%	240	80%	A	
C1	Paradas prolongadas de equipos x demora en entrega del servicio	31	58%	271	80%	A	
C11	falta de capacitación genera errores humanos	31	65%	302	80%	A	
C8	insuficiente personal en áreas críticas de atención	30	71%	332	80%	A	
C14	Ausencia de inspecciones de equipos	30	78%	362	80%	A	I M P O R T A N C I A M E D I A N A
C9	altas exigencias en metas de productividad	25	83%	387	80%	B	
C10	inadecuado clima organizacional	23	88%	410	80%	B	
C4	deficit de competencias de técnicos en áreas críticas	22	93%	432	80%	B	I M P O R T A N C I A R E L A T I V A
C2	Servicio de terceros sin control de productividad	17	96%	449	80%	C	
C12	Falta de estándares evaluación desempeño	17	100%	466	80%	C	
Total		466					

Fuente: Elaboración propia – 2019

Además, esta tabla señalaba el ordenamiento, en términos de frecuencia de las causas primordiales relacionadas con la baja productividad del área de mantenimiento de Distribuidora Cummins Perú S.A.C en sus actividades en Lagunas Norte.

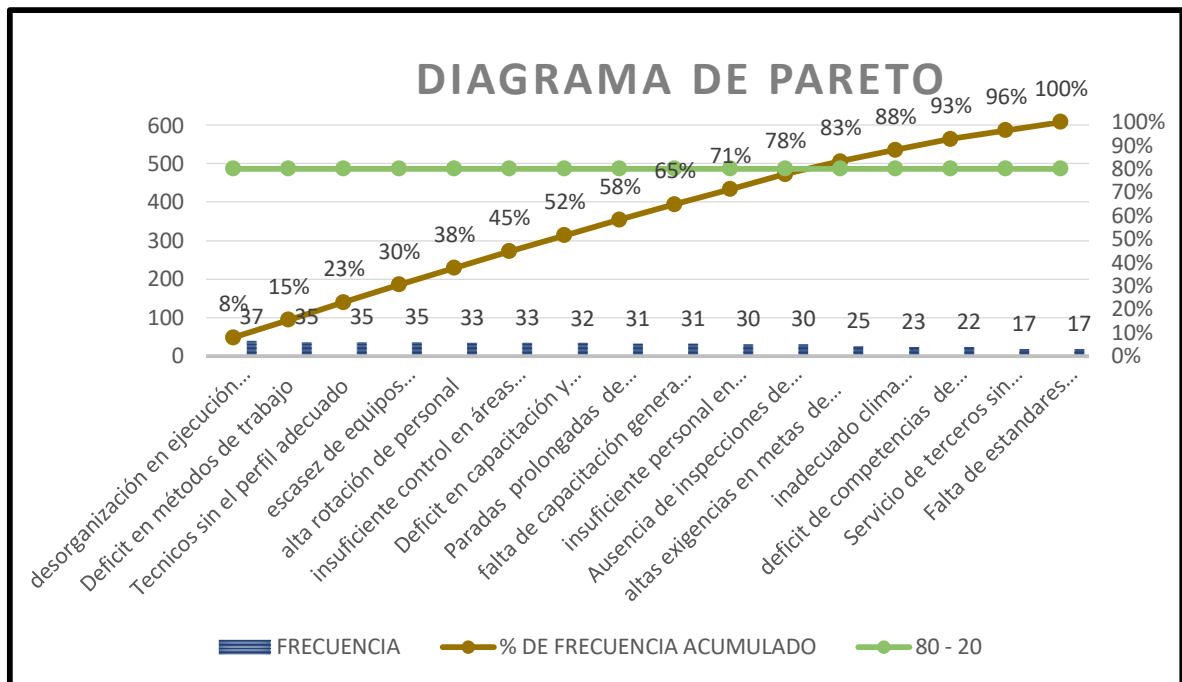
El análisis de Pareto y la clasificación ABC posibilitaron ordenar, en orden importancia, las causas de la problemática por su relevancia.

Los resultados de la clasificación ABC mostraron a los primeros once problemas como los mas importantes y causantes de la baja productividad.

Diagrama De Pareto

Nos permitió identificar el problema con mayor incidencia en la disminución de la productividad de la flota de camiones Komatsu 730E de la serie K2000 que desarrollan tareas de carguío en el centro minero Barrick Lagunas Norte

Figura 4: Principales causas de la baja productividad de los equipos



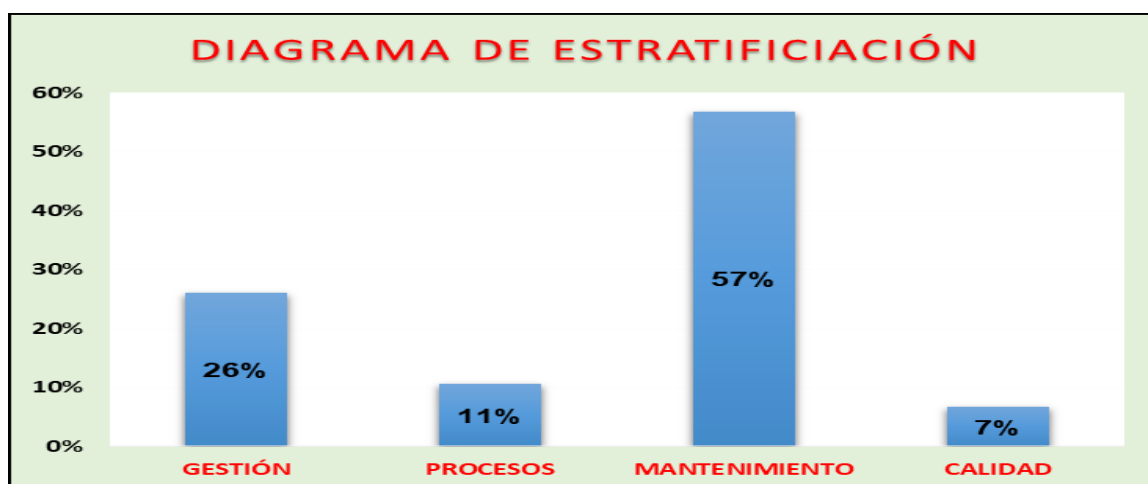
Fuente: Elaboración propia - 2018

De la figura 4, tenemos que el exceso de mantenimientos correctivos, los mantenimientos deficientes, las averías mecánicas y los ineficientes patrones de mantenimientos afectaban la productividad de camiones Komatsu 730 E que Distribuidora Cummins Perú S.A.C suministra a las operaciones de Barrick en Lagunas Norte.

Diagrama De Estratificación

El diagrama de estratificación (figura 5), agrupó en 4 áreas, la problemática identificada. Estos son, gestión, procesos, mantenimiento y calidad. Con el diagrama de estratificación se precisó que la problemática de la compañía se concentraba en el mantenimiento y la gestión, estas son la que mostraban la mayor frecuencia. En términos porcentuales estos representaban el 57% y 26% respectivamente.

Figura 5: Diagrama de Estratificación



Fuente: Elaboración propia - 2018

Matriz de alternativas de solución

La tabla 3, detalla las alternativas y criterios para solucionar la problemática identificada. Se realizó un análisis de cada una de estas; la alternativa mejora de procesos tuvo una puntuación de 5, sin embargo, la compañía **Distribuidora Cummins Perú S.A.C**, no la consideró oportuna al igual que el estudio del trabajo.

La opción de TPM: obtuvo 12 puntos y fue la más adecuada para el área de mantenimiento; sin embargo, surgieron algunas discrepancias pues el tema era muy extenso.

Tabla 3: *Tabla de alternativas de solución*

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE APLICACIÓN	FACILIDAD DE LA APLICACIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN	
MEJORA DE PROCESOS	3	1	1	1	6
ESTUDIO DEL TRABAJO	2	3	2	1	8
MANTENIMIENTO PRODUCTIVO	4	3	3	3	13
TOTAL - TPM					
SS	1	1	2	4	8
CRITERIOS QUE FUERON TOMADOS Y ESTABLECIDOS CON EL RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO					
INADECUADO (0), RAZONABLEMENTE ADECUADO (1), BASTANTE ADECUADO (2), IMPORTANTE (3), MUY IMPORTANTE (4)					

Fuente: Elaboración propia – 2018

MATRIZ DE PRIORIZACIÓN

Finalmente, la matriz de priorización (tabla 4), mostraba las causas y las frecuencias agrupadas en términos de niveles de criticidad. Esto permitió establecer la prioridad en el área donde se concentra la propuesta de mejora que fue desarrollada.

Tabla 4: *Matriz de Priorización*

Áreas	CAUSAS																TOTAL	NIVEL DE CRITICIDAD	TASA PORCENTUAL DE LAS CAUSAS
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14	C15	C16			
GESTIÓN						33		30	25							33	121	MEDIO	26%
PROCESOS							32					17					49	BAJO	11%
MANTENIMIENTO	31	17	35	22	35					23			37	30	35		265	ALTO	57%
CALIDAD											31						31	BAJO	7%
TOTAL																	466		100%

Fuente: Elaboración propia - 2018

1.2. Trabajos previos

1.2.1. Antecedentes Nacionales

Ruiz, E. y Mayorga, M, Tesis: Herramienta de manufactura esbelta aplicadas a una propuesta de mejora en un laboratorio químico de análisis de minerales de una empresa comercializadora (Tesis para optar el grado de Magister en ingeniería industrial con Mención en Gestión de Operaciones, PUCP). La investigación detalla las proposiciones que se obtiene adentro de una compañía minera, que abarca el desenvolvimiento de la propuesta, posterior a ello se continúa en los procesos en el caso del almacén, despacho, embarque y desembarque y terminando la investigación se pudo encontrar distintas trabas para la cantidad de análisis de cobre y por el lado operativo se verifican los problemas de calidad en el uso, en el año 2013.

CAVALCANTI, Migdaliz. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Titulación en Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad peruana de ciencias aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2006. 96pp. En dicho estudio el

investigador aspiró recabar las características del (TPM) y la implementación de indicadores de efectividad para las máquinas, con la finalidad de ejecutar un óptimo plan para dichas máquinas y tener un control conveniente del funcionamiento de estos, dicha herramienta estuvo basada en la implementación de los tipos de mantenimiento para incrementar la eficiencia, autónomo y la disponibilidad de las máquinas. El resultado de operatividad y fiabilidad de la maquinaria obtenida varía de un 40% inicial a un 80% final. El aporte de dicho autor fueron los pasos a seguir par la implementación del TPM, adicionalmente a ello la realización de indicadores de efectividad de la maquinaria en la compañía.

CARDOZO Edman, (2013). Implementación de Herramientas Lean para el mejoramiento de la Efectividad Global del Equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. En la investigación se cogieron datos como la evidencias de registros reales los que detallaban la efectividad de la aplicación del Lean como el sobrante de metros perforados antes: 3994.39m ahora: 1028.35m / antes: 293,841.16m ahora: 831.72m / antes: 3,011.57m ahora: 278.94 m / antes: 2336.9m ahora: 292.34m), todo ello respecto a los resultados y con la perspectiva de 1 año por lo cual se obtuvo una minimización del costo total de almacenamiento por exceso de metros perforados antes: \$448,256.75 ahora: \$123,998.85 y en los futuros 5 años se elevara a un costo antes: \$2'241.283.76. Ahora: \$619,994.25. En la investigación se implementó la herramienta de las 5s posterior a ello se pudo estadarizar el trabajo, se obtuvo maquinarias de alto rendimiento, y herramientas que resuelvan la problemática, se tuvo un mejor manejo de inventario, se ordeno la tecnología en óptimas condiciones y se aplico aparte de ello el TPM.

En conclusión, si se quiere ser competitivo la producción tiene que incrementar su nivel de eficiencia, excluyendo las actividades que no agregan valor al proceso de producción generando que el trabajo se genere en una primera instancia, por ende la verificación y aplicación de la metodología Lean la cual se pudo demostrar su factibilidad económica ya que la compañía tiene una rentabilidad óptima. La OEE se incrementó en un 4,21% a 78,90%, la operatividad de la máquina se incrementó en 55,45% a 82,17%.

APAZA, Ronald. El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera CHAMA PERÚ E.I.R.L. Tesis (Titulación en Ingeniería

Industrial). Juliaca, Perú: Universidad Andina, Facultad de Ingeniería y Ciencias puras, 2015. 158pp. La finalidad del estudio se situó en desplegar un modelado de mantenimiento en base en la la herramienta del TPP y la implementación del indicador de la OEE para incrementar la productividad de dicha compañía, posrterior a ello determinar confiabilidad y disponibilidad de los equipos. La productividad incrementó en un 25% de 65% a 90%. El aporte de Apaza estuvo enfocado en abarcar e implementar las tecnicas aplicadas para incrementar la productividad a través del TPM.

1.2.2. Antecedentes Internacionales

JIMENEZ. Yeiny. “Propuesta de mejora bajo la filosofía de mantenimiento productivo total para la empresa Cummins de las Andes S.A.” Tesis (Ingeniero Industrial). Caldas: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería Industrial, 2012. 50 pp. En dicho estudio se tuvo como finalidad modelar la propuesta de mejora mediante las 5´s en el desarrollo de reparación de motores con los operarios de la compañía Cummins de los Andes.

Al aplicar dichas metodologías se minimizo el desplazamiento de los operarios (técnicos) al área de computadoras en casi un 62% y se ahorró 9.09 \$ para el total que era 18,18 \$ de ida y vuelta, sin tomar en cuenta que la cantidad de técnicos con los que se contaba era de 15, ellos que hacían dicho recorrido en un promedio de 3 a 4 diarias.

En dicho estudio se pudo concluir que la aplicación de las 5´S podría ser empleada para eliminar los procedimientos existentes e implantar una nueva cultura de darle un valor agregado a través de los pilares de dicha herramienta como un pilar dentro del servicio en este caso la reparación de motores.

MANSILLA del Valle, Natalia Leandra. Aplicación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Santiago de Chile: Universidad de Chile, 2011. Dicha investigación trató de la implementación del paso 5 del TPM, procedimiento sustentado en la verificación de los procesos con la finalidad de disminuir y estandarizar las pérdidas en la producción de chicle en 2 líneas las cuales son la línea 1 chicle sin azúcar y línea 2 chicle con azúcar.

Una herramienta que genere resultados optimos para alcanzar un eficiente proceso de optimización a nivel industrial es el TPM, el cual demanda mejorar de manera continua la productividad industrial con la intervención de de aquellos que se relacionan con la industria. [...]. Se puede concluir que el paso 5 de TPM, fijada en estandarizar los procesos, recae en la minimización de las pérdidas de fabricación de chicle de un 27% a un 13%.

MUÑOZ Aguilar, Marcelo Alexis. Propuesta de Mantenimiento Productivo Total para la línea de Zincalum de la compañía siderúrgica Huachipato SA. Tesis (Ingeniero civil industrial). Concepción: Universidad del Bio - Bio, 2009.

Dicho estudio tuvo como finalidad presentar una estrategia que ampare la mejorar de la gestión del mantenimiento de la Línea Zincalum de la Cia. Siderúrgica Huachipato, minimizando a lo más que se pueda las fallas de los equipos y los productos defectuosos, a través del TPM. Dicha se planteó con la finalidad de optimizar la confiabilidad de los equipos y obtener una mejora de los resultados de producción en la línea.

Se pudo observar que la investigación es el TPM en la línea Zincalum de la empresa Siderúrgica Huachipato, Talcahuano. Por ende es de vital importancia que todo proceso productivo se maneje si contratiempos y es en dicho ámbito en donde el mantenimiento es juega un papel primordial. Actualmente, se encuentran una infinidad de planes de mantenimiento, no obstante, es importante perfeccionar los efectos y de todas formas mejorar nuestro proceso productivo servirá de gran ayuda.

Finalmente, se concluyó que el mantenimiento estaba vinculado con la producción, con la estimación de un ahorro de la implementación de \$ 86,940.00 dólares en 16 meses. Gran parte de las compañías cuentan con programas de mantenimiento y en las grandes industrias hay departamentos únicos para ello.

Todo ello señala el crecimiento que se ha verificado en esta área en donde se ha evolucionado de distintas maneras que abarcan desde atender las fallas que han tenido los equipos. Dicho progreso a estado latente en la empresa Siderúrgica Huachipato donde hoy se tiene fijado un mantenimiento primordialmente preventivo.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1 Mantenimiento Productivo Total (TPM)

1.3.1.1 Definición

El TPM es una filosofía de mantenimiento desarrollada en el Japón, mejorada a partir del mantenimiento preventivo y formado por actividades que contribuyen a mejorar la competitividad.

Para **Cuatrecasas y Torrel (2010)**, como filosofía de trabajo este enfatiza el involucramiento del colaborador de la planta el cual contribuye al incremento de la productividad, la capacidad y el trabajo en equipo” (p. 15).

Para AENOR y Renault Consulting, (2012) “El TPM, propende a la mejora continua y maximizar la eficiencia del proceso de producción y la efectividad de las máquinas incrementando su disponibilidad y desempeño disminuyendo las paradas imprevistas. Esto se posibilita por el compromiso activo del personal y su involucramiento (pg 15).

Para **Damián y Vásquez (2013)** “como filosofía de trabajo facilita una productividad más alta, promovida por el entorno de trabajo, el motivar a los trabajadores, la calidad, la seguridad y la eficiencia que posibilita la competitividad de la compañía”.

Para Zandin (2005), “el TPM exhorta una labor intensa, atención y persiste en el apoyo que deviene en una compañía competente y eficiente con mayor productividad a menores costos, mejor calidad del producto.”

Para **Cuatrecasas (2000)**, su objetivo principal es alcanzar el más alto rendimiento y eficacia total de un proceso de producción por la disponibilidad óptima de los equipos.

García (2012), señala que “como una filosofía de mantenimiento su objetivo es eliminar las pérdidas en la producción por el estado de los equipos, manteniendo estos en en mantenimiento para poder fabricar a su máxima capacidad con la calidad que se espera, sin retrasos que no están programados.

El alcance de “cero pérdidas” es producto de las siglas del TPM que significan:

T: que todos se sienten involucrados. Supone lograr la participación del colaborador, la eficiencia total, enfocando la gestión del mantenimiento que va desde un mantenimiento preventivo. Así se minimizan los problemas buscando, en alguna forma, el “perfeccionamiento”.

P: Producir mas

M simboliza las tareas referidas al “management” y “mantenimiento”. Implica que se arregla, lubrica, limpia y se conserva en condiciones óptimas adicionalmente de ejecutar tareas de gestión adecuadas en la compañía.

Tabla 5: Los 3 Enfoques del TPM.

TOTAL	PRODUCTO	MANTENIMIENTO
Involucrados comprometidos	Fabricar más	Conservar el entorno
Involucrados responsables	Fabricar mejor	Conservar el estado de ánimo
Involucrados favorecidos	Obtener beneficio	Conservar el rumbo

Fuente: Adaptado de Garcia (2010)

1.3.1.2. Tipos de mantenimiento

a) Mantenimiento Preventivo:

Se relaciona con la planificación periódica tomando como referencia el desgaste de la maquinaria por el uso sustituyendo los elementos de mayor desgaste antes que agoten su vida útil.

Para Nieto (2013), permite planificar con anticipación la reparación. El dilema es reemplazar una parte (pieza) que aún puede mantenerse funcionando siendo, a veces, un costo que no se puede asumir de forma inmediata (p. 142).

b) Mantenimiento Correctivo

Para Nieto (2013), se da cuando se produce la avería reparando lo que ha sido quebrado. Su primordial ventaja es no perder tiempo en planearla pues no se tiene previsto cuando ocurrirá la falla. (p.141).

Para García (2010), son las actividades en dirección a enmendar las fallas presentadas en los equipos siendo estos atendidos por departamento de mantenimiento y sus técnicos. (p. 17)

Según Dounce (2009), comprende distintos aspectos de un ítem que opera como sistema abierto a fin de prevenir, hallar y reparar errores. (p. 38).

c) Mantenimiento Predictivo:

Cuatrecasas (2012, p. 108) lo señala como las labores fundamentadas en la identificación de fallas antes que se generen.

Según Oliveiro (2012), identificar el estado de los equipos se ejecutan mediciones, análisis, muestreos y registros los cuales se aplican con la tecnología (p. 99).

d) Mantenimiento Planificado:

Para Cuatrecasas (2012), son actividades programadas de mantenimiento con el objetivo de relacionar la planta a la finalidad del TPM; y las realiza un trabajador calificado y surge como producto del mantenimiento especializado y el mantenimiento autónomo (p. 110).

Rey (2001, p.37), indica que su finalidad, no es solamente arreglar los equipos, adicional a ello es planificar y mejorar la productividad; abarca tanto al mantenimiento preventivo y, también al correctivo.

e) Mantenimiento autónomo

Para Cárcel (2014), se basa en el mayor empleo de los sistemas productivos permitiendo conservar los equipos a su máximo funcionamiento con el involucramiento del colaborador; generando mejora en la productividad y calidad (p. 128).

1.3.1.3. Mantenimiento Productivo Total.

Para Montoya y Parra, 2010, el TPM se origina en Japón, determinada por la compañía Nippon Denso quien la introdujo en su planta en 1961. El fin era implicar a todas las áreas de dicha compañía mejorando la efectividad de los equipos mediante la automatización de los procesos que necesitaba colaboradores

capacitados para gestionar el mantenimiento preventivo. La compañía implementó el programa denominado TPM en conjunto con la JIPM.(p. 27)

Para Nakajima (1991), gurú del TPM a nivel internacional, es el mantenimiento preventivo desarrollado en los años 50's en los Estados Unidos realizado por los colaboradores donde "lo innovador es que los operadores ejecutan el mantenimiento básico de sus equipos manteniéndolos en óptimo estado en su manejo desarrollando la facultad de hallar causas potenciales antes de ocasionar fallas".

1.3.1.4. Objetivos del TPM

Para Cuatrecasas y Torrel (2010), su objetivo fundamental es obtener la más alta utilidad ó eficiencia global de un sistema de producción por la correcta organización de los equipos.

El TPM se basa en suprimir tiempos muertos, la minimización del manejo a una velocidad más baja a su capacidad y la reducción de los malos funcionamientos y defectos obtenidos en la realización de los procesos en donde intervienen los equipos. Parte de los objetivos que se trata de buscar son:

- Minimización de fallas en los equipos.
- Maximización de la eficacia del equipo.
- Eludir el envejecimiento anticipado de los equipos.
- Aumentar la OEE, por el compromiso de los colaboradores.
- Maximizar la disponibilidad y confiabilidad de los recursos de los equipos, aumentando la calidad de la misma forma la productividad.

Además, promueve la mejora continua que compromete a todos los involucrados por la:

- Reducción del tiempo de espera y preparación de equipos.
- Capacitación y formación a los involucrados del proceso.

Para Cuatrecasas (2000), la colaboración de los participantes en el TPM tiene como fin el obtener cero averías, cero defectos y cero problemas de seguridad que deriva y repercute en el incremento de la eficiencia total de los equipos y minimización de costos. (p. 35).

1.3.1.5. Los Pilares del TPM:

Para Mora (2009), los pilares que sustentan el TPM son ocho y corresponden al detalle siguiente:

a) Mejoras Enfocadas:

Según Mora (2009), es el conglomerado de diversas actividades a ser elaboradas en grupos de individuos, buscando perfeccionar la efectividad de las máquinas, plantas, procedimientos. Tiene finalidad enfocarse en reducir las pérdidas en la compañía (p. 441).

b) Mantenimiento Autónomo:

Para Mora (2009), necesita de los colaboradores para que por propia iniciativa conserven la máquina en condiciones óptimas dentro de su funcionamiento. (p. 441)

c) Mantenimiento Planificado:

Comenta Mora (2009), que con la ayuda de los participantes del proceso se trata de implementar culturas de prevención, predicción y de mejora continua para prevenir fallas de las máquinas en los procesos productivos (p. 441).

Tabla 6: Objetivos y alcance del Mantenimiento Planificado

Mantenimiento Planificado	
OBJETIVO 1	OBJETIVO 2
Eficacia Equipos y Procesos	Rentabilidad Económica

Fuente: Elaboración propia – 2019

d) Mantenimiento de la Calidad:

Mora (2009) señala que busca mantener en perfecto estado operativo y/o funcionamiento de las máquinas (p.441).

e) Mantenimiento temprano, prevención del mantenimiento:

Según Mora (2009), comprometen los procesos de diseño, construcción y operación de las máquinas los que avalan la calidad a lo largo toda la producción. Su objetivo es incrementar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos (p. 441).

f) Mantenimiento de las áreas administrativas:

Señala Mora (2009), que esta perspectiva usa la logística como apoyo de áreas como: producción, operaciones y mantenimiento para suprimir pérdidas y apoyar en los procesos de: planeación, organización, dirección, control y la comercialización (, pág. 442).

g) Entrenamiento, educación, capacitación y crecimiento:

Para Mora (2009), implica crear políticas para que los colaboradores del proceso productivo y las áreas relacionadas con la ingeniería de fábrica se puedan mostrar disciplinados, eficientes, motivados y en constante crecimiento aplicando los mejores modelos mundiales. Adicional a ello, se trata de buscar de que cada colaborador, además de habilidades y competencia en su labor, comprenda el manejo de su equipo y detecte el desperfecto de esta para obtener así una buena producción. (p. 442).

h) Seguridad y medio ambiente:

Menciona Mora (2009) que con la implementación de las 5s y Kaizen se confirma la inexistencia de riesgos laborales desarrollando así una cultura preventiva e higiene y seguridad en el personal para disminuir riesgos y perjudicar el medio ambiente. (p. 442).

1.3.1.6. Las 6 grandes pérdidas:

Uno de los fines del TPM es aumentar la eficacia global del equipo. Para ello, se tienen dos formas de mejorar la eficacia del equipo. La primera, sacando el más alto aprovechamiento de las funciones y el rendimiento del equipo. La segunda, eliminando las trabas y deficiencias de los equipos que interfieren en la producción y la eficacia, a las que se les llama “las seis grandes pérdidas” (Cuatrecasas, 2000).

Figura 6: Agrupación de las pérdidas en función de los defectos



Fuente: Cuatrecasas TPM Hacia la competitividad mediante la eficiencia de las maquinas de producción, 2000

1.4. Formulación del problema

1.4.1 Problema general

¿De qué manera la aplicación del TPM para incrementa la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 – E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019?

1.4.2. Problemas Específicos:

¿De qué manera la aplicación del TPM para incrementa la eficiencia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019?

¿De qué manera la aplicación del TPM para incrementa la eficacia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019?

1.5. Justificación del estudio

Para Valderrama (2013), en la justificación de la investigación, se detallan los fundamentos del estudio, es la manifestación del estudio haciendo el esfuerzo para “vender” la propuesta, inducir al leyente o financiar la investigación (p.140).

1.5.1 Justificación Teórica

Con la aplicación del TPM a la flota de camiones Komatsu 730E en el área de mantenimiento de la compañía Cummins Perú S.A.C en la unidad **Barrick Lagunas Norte**, se reducirán las paradas por fallas mecánicas del equipamiento lográndose una mejor calidad del servicio y una perfección en la productividad, pues con el informe diario de producción tendremos que se reducen las paradas que son frecuentes en los equipos reduciendo el tiempo de para de los operarios pues aguardan hasta que el técnico concluya de arreglar la máquina, generando de esta forma brindar un mejor servicio

1.5.2 Justificación Económica

La aplicación del TPM se justifica en términos económicos, pues al aprovecharse la eficiencia operativa de la maquinaria permitirá la reducción de los costos de mantenimiento contribuyendo a una mayor producción y satisfacción del cliente.

1.5.3. Justificación social

La implementación el TPM permitirá, una mejor planificación de las actividades de mantenimiento evitando las horas extras, reprogramación de turnos que afectan horas de descanso y las salidas del personal para el uso del descanso programado.

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis General

La aplicación del TPM incrementa la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

1.6.2. Hipótesis Específicas

La aplicación del TPM incrementa la eficiencia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 – E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

La aplicación del TPM incrementa la eficacia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Determinar como la aplicación del TPM incrementa la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

1.7.2. Objetivos Específicos

Determinar como la aplicación del TPM incrementa la eficiencia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

Determinar como la aplicación del TPM incrementa la eficacia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.

Figura 7: Foto del traslado de mineral removido



Fuente: Elaboración propia – 2019

En el Anexo 01 se señala la matriz de coherencia.

II. MÉTODO

2.1. Tipo y diseño de investigación

Para Tamayo (2003) “la herramienta es la parte central de toda investigación; pues hace referencia a la descripción de la unidad de análisis, las técnicas y medios de recolectar los datos, entre otras (p. 91).

2.1.1 Por su finalidad

Para Valderrama (2013), la investigación es de tipo aplicada se aboca a resolver problemas por la aplicación de los alcances obtenidos fundamentados en la parte teórica (p. 164).

La investigación fue aplicada pues propuso la implementación del TPM, para lograr mejoras en la productividad de la flota de camiones Komatsu 730E prolongando así la vida útil de los equipos, reduciendo los costos de reparación y mantenimiento ofreciendo una mejor calidad de servicio a su cliente.

2.1.2 Por su diseño

Para Hernández (2010), el diseño de la investigación hace referencia al plan para alcanzar la información contestando las interrogantes planteadas y analizar las hipótesis planteadas.

La investigación fue cuasi experimental, pues manipuló la variable independiente recayendo su efecto en la variable dependiente observándose los cambios producto de la mejora (pre y post test).

2.1.3 Por su nivel

El nivel, la investigación es explicativa pues explicará el efecto de la variable independiente sobre la dependiente la cual alarga la vida útil e incrementa la productividad de la flota de camiones Komatsu 730E.

2.1.4. Por su enfoque

Valderrama, 2013, señala que “se caracteriza por el uso de la recolección y el análisis de los datos para contestar el problema de investigación; utilizando, métodos o técnicas estadísticos para contrastar la verdad o falsedad de la hipótesis” (p. 106).

Por su enfoque, la investigación fue cuantitativa pues, hizo uso de herramientas e instrumentos para levantar los datos evaluando el pre y post al aplicar el TPM.

2.1.5. Por su alcance temporal

Por su alcance de la investigación se consideró como longitudinal, puesto que observó los cambios a corto, mediano y largo plazo; la medición en la población de estudio se ejecutó 2 veces; mediante una medición antes de implementar la variable independiente que es el (mantenimiento productivo total) y después de haberse implementado la independiente (mantenimiento productivo total).

2.2. Variables, operacionalización

2.2.1. Variable independiente (VI): Definición Conceptual

2.2.1.1. Mantenimiento Productivo Total. (TPM)

Según Hernández y Vizan (2013), el TPM promueve formas de trabajo fiables en el cuidado de los equipos y maquinarias, generando conciencia a los involucrados respecto al mantenimiento, lo que incide en la prevención, identificando posibles anomalías antes que se muestren; siguiendo una secuencia apropiada a cada compañía, encaminadas a la disponibilidad de las maquinarias (p.49).

Dimensión 1: Mantenimiento Autónomo

Son aquellas tareas que el mecánico ejecuta a los equipos ya sea de manera diaria o semanalmente, como la inspección, la limpieza y otras labores al equipo. De paso estudiándolo, analizándolo y dando soluciones a los problemas del equipo y actos que conllevan una buena función.

Para Cuatrecasas y Torrel (2010) “quien hace uso del equipo es el más calificado para sostener sus funciones de manera correcta, inspección y medidas preventivas, la cual complementa y le da valor al proceso operativo, minimizando los tiempos y costes de mantenimientos correctivos” (p. 36)

Dimensión 2: Mantenimiento Preventivo

Según Palacios 2015, son “las tareas ejecutadas para mantener los equipos en estado óptimo

y preste determinado nivel de servicio sin complicaciones por largo plazo” (p. 2).

Según (Nava, 2012), “el mantenimiento preventivo es una técnica que se proyecta y programa, teniendo como objetivo efectuar el mantenimiento antes de que se den las fallas, sea cambiando partes o reparándolas para reducir los gastos de mantenimiento” p. 16).

2.2.2. Variable dependiente: Definición Conceptual

2.2.2.1. Productividad

Para Gutiérrez, 2010, “la productividad se relaciona con los alcances obtenidos en los procesos y, aumentarla es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados. Bajo el enfoque de mejora continua, no se trata de hacerlo rápido si no de hacerlo mejor” (p.22)

Para Prokopenko, 1989, “es la relación entre la producción alcanzada por un sistema de producción o servicios y los recursos empleados para su obtención” (p, 3).

Dimensión 1: Eficiencia

Para Gutiérrez (2010), “la eficiencia es la relación entre el tiempo útil y tiempo total” (p.21).

Dimensión 2: Eficacia

“La eficacia es el grado en se ejecutan las actividades programadas y se logran los resultados programados” (Gutiérrez, 2010, p.21).

En la tabla 7 se detallará la matriz de operaciones de las variables independiente y dependiente.

Tabla 7: Matriz de operacionalización de la herramienta de TPM – Mantenimiento productivo total

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Variable Independiente: Mantenimiento productivo total – TPM	El mantenimiento productivo total impulsa métodos de trabajo confiables en el cuidado de los equipos y máquinas, concientizando a los operarios respecto a cómo deben abordar el mantenimiento de las máquinas, incidiendo en la prevención, así identificar posibles anomalías. (Hernández y Vizán, 2013, p.49)	Conjunto de acciones dirigidas por la variable del TPM la cual será medido por sus dimensiones: mantenimiento autónomo y mantenimiento preventivo, el instrumento a emplear son los formatos de recolección de datos de la empresa CUMMINS PERU S. AC.	Disponibilidad	$DISP = \frac{\text{Tiempo Total de operacion (HRS)} - \text{horas muertas por paradas por averías o fallas (horas)}}{\text{Tiempo Total de operacion (HRS)}} * 100$	RAZÓN
			Confiabilidad	$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$ <p>MTBF = Tiempo medio entre fallas (tiempo de operacion / numero de fallas)</p> <p>TMPR (MTR): Tiempo promedio para reparación (tiempo de reparacion / Numero de fallas)</p>	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia - 2018

Tabla 8: Matriz de operacionalización de la variable dependiente – Productividad

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	ESCALA
Variable Dependiente: Productividad	<p>“La productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleamos para generarlo, es el mejoramiento continuo no se trata de hacerlo rápido si no se trata de hacerlo mejor” (Gutiérrez, 2010, p.22)</p>	<p><i>Es el resultado de la eficiencia y eficacia demostrada en la productividad de la empresa CUMMINS PERU S.A.C</i></p>	EFICIENCIA	$\text{EFICA.} = \frac{\text{H.M.T}}{\text{H.M.D}} \times 100$ <p> Eficiencia = operatividad de los recursos H.M.T = Flota de Horas de camiones trabajadas H.M.D = Flotas de horas de camiones disponibles </p>	RAZÓN
			EFICACIA	$\text{EFIC.} = \frac{\text{C.M.R}}{\text{C.M.P}} \times 100$ <p> C..M.R = Cantidad de material removido C.M.P = Cantiadad de material a ser removido programado </p>	RAZÓN

Fuente: Elaboración propia - 2018

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1 Población

Quesada (2010), señala que la población es el conjunto de los involucrados que aportan información del objeto de estudio y se establece en el grupo de elementos que serán estudiados (p.95).

La población en estudio, fueron los camiones de la flota de camiones Komatsu 730 E asignados a la unidad Barrick Lagunas Norte en un periodo de 12 semanas.

2.3.2 Muestra

Para Quesada (2010), la muestra es un subconjunto de la población, que engloba características similares a la población que se estudia (p.95).

Para la investigación, la muestra fue igual a la población, y no se recurrió a muestreo.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández, Fernández y Batista (2006), “recabar datos incluye un plan que conduce a juntar datos con la finalidad de precisar las fuentes de donde provienen estos, si se obtendrán observaciones o están documentadas” (p.274)

La ficha de observación fue la técnica para obtener datos de la variable independiente y dependiente diseñándose un instrumento para levantar la información.

Respecto a la validez y confiabilidad de estos, la información fue suscrita por el responsable del área de mantenimiento. Los detalles de la información recabada, correspondió al detalle siguiente:

- ❖ Mantenimiento Autónomo: Inspecciones semanales realizadas / Total de inspecciones programadas

- ❖ Mantenimiento Preventivo: Ordenes ejecutadas / Ordenes Programadas

- ❖ Eficiencia: $\text{Tiempo útil (tiempo de trabajo efectivo de la flota de camiones Komatsu 730E) / tiempo total (Tiempo teórico de funcionamiento por jornada laboral)}$
- ❖ Eficacia: $\text{Total de equipos operativos / Total de equipos}$
- ❖ La data recogida tomó la información del horometro de los equipos

2.4.2. Validez y confiabilidad del instrumento de medición

La validación de los instrumentos, se ejecutó a través del juicio de expertos. Para ello tres ingenieros colegiados docentes de los cursos de proyecto de investigación y/o desarrollo de proyecto de investigación de la Universidad, revisaron y emitieron sus opinion respecto a los instrumentos y la matriz de operacionalziación presentados.

2.5. Métodos de análisis de datos

Según Hernández ((2010), “se realiza sobre la matriz de datos empleando un programa de cómputo” (p.278).

Para Valderrama (2013), el análisis de datos “[...] atiende al planteamiento ejecutado inicialmente y, si atiende, poder aceptar o rechazar las hipótesis de la investigación” (p-229). Para la investigación se utilizará el paquete estadístico (SPSS)

2.5.1 Análisis descriptivo

Para Juárez, Francisco, Villatoro, Jorge. y López, Elsa (2002), la estadística descriptiva presenta la información de forma detallada para interpretar de forma óptima y definir las características de la muestra. (p. 4).

Para la investigación, el análisis descriptivo se relaciona con la descripción del efecto de la la herramienta del TPM sobre la productividad del área de mantenimiento de la compañía CUMMINS PERÚ S.A. El análisis se hará a través de la ilustración gráfica para poner en evidencia las mejoras obtenidas como resultado la variable independiente sobre la variable dependiente.

2.5.2 Análisis Inferencial

Se basa en la evidencia de la muestra y la teoría de la probabilidad empleadas para verificar si la hipótesis se debe o no rechazar.

Dado que las variables en estudio son cuantitativas, para la prueba de normalidad se tomará como referencia el tamaño de la muestra, siendo el criterio de decisión si:

❖ $n \leq 30$; la normalidad se determina mediante el estadígrafo de Shapiro Wilk

❖ $n > 30$; se empleará la normalidad por el estadígrafo de Kolmogorov Smirnov

Producto de la prueba de normalidad, se hará la comparación de medias; para verificar si los datos son paramétricos o no paramétricos. La regla de decisión será:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, los datos de la serie tendrán un comportamiento no paramétrico

Si $p\text{valor} > 0.05$, los datos de la serie tendrán un comportamiento paramétrico

Ambas se emplean en las áreas de aprobación o rechazo en la campana de Gaus, para determinar si se acepta o no la hipótesis.

La comparación de medias tiene como objetivo rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis de investigación a través de la siguiente regla de decisión:

H₀: $\mu_0 \geq \mu_1$

H_a: $\mu_0 < \mu_1$

Para validar si el análisis es el adecuado, se analizará la prueba de significancia o **p valor**; la regla de decisión será:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula

Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Nivel de significancia 0.05

Paramétrica

$V_i(P) \wedge V_d(P) = \text{Es Paramétrica}$

$V_i(\text{no}_P) \wedge V_d(P) / V_i(\text{no}_P) \wedge V_d(\text{no}_P) = \text{No es Paramétrica}$

Paramétrica (P); T Student

No Paramétrica (no_P); T Wilcoxon

2.6. Aspectos éticos

La moral es un pilar que promueve de modo cotidiano la Universidad, haciendo incapié de su valor en la formación universitaria de los estudiantes.

Los datos provenientes del área de mantenimiento de la compañía CUMMINS PERU S.A, se han manejado respetando las políticas de la empresa respecto a su confidencialidad y su uso con fines estrictamente académicos.

Respecto a las fuentes bibliográficas, estas provienen de textos diversos que han sido citados tomando como referencia la norma ISO 690.

2.7. Desarrollo de la propuesta

2.7.1. Situación actual

2.7.1.1. Descripción de la empresa

Cummins Inc., se fundó en 1919. La sede corporativa está en Columbus, Indiana. Es una corporación aplicada a la fabricación, distribución y brindar servicio a motores, sistemas de combustible y de generación de energía eléctrica, entre otros. Cuenta con 58.600 empleados y más del 50% en diversos países fuera de los Estados Unidos. Con clientes en casi 190 países en el mundo, la empresa llega a estos por una red de más de 600 distribuidores tanto propios como independientes los que llegan a unos 7.200 puntos de atención.

Los ingresos de la corporación en el 2017 estuvieron en los USD 20,400 millones de dólares que generaron una utilidad de USD 1.000 millones de dólares.

Distribuidora Cummins Perú S.A.C., brazo comercial de Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú (KMMP), ofrece soluciones y servicio post venta al sector minería y construcción como la venta y el servicio de maquinaria amarilla, equipos de generación y motores. Uno de sus accionistas es Cummins Inc el más importante fabricante de motores diesel de más de 50 HP.

Las oficinas de Distribuidora Cummins Perú S.A.C. se ubican en la Av. Argentina 4453 en el Callao y su portafolio de productos como motores diesel, generadores, filtros, repuestos, el alquiler de equipos y el soporte en campo es brindado desde sus cinco sucursales al interior del país. La calidad de su servicio está respaldada por certificaciones **ISO 9001, OHSAS 18001:2007, ISO 14001:2004.**



ISO 9001



OHSAS 18001:2007



ISO 14001:2004

Los detalles referidos a las generalidades de la empresa es la siguiente:

- **RUC:** 20543725821
- **Razón Social:** DISTRIBUIDORA CUMMINS PERU S.A.C
- **Web:** <https://www.cumminsperu.pe>
- **Tipo:** S.A.C
- **Inicio de funcionamiento:** 04 / Julio / 2011
- **Rubro y/o Actividades:** Venta Partes, Piezas, Accesorios.
- **CIU:** 50304

2.7.1.2. Aspectos estratégicos

Los mismos han sido tomados de la página web:

Misión:

“Contribuir al desarrollo del país mejorando la productividad de nuestros clientes ofreciendo soluciones integrales e innovadoras con productos y servicios de la industria de maquinarias”.

Visión:

“Convertirnos en la primera opción para nuestros clientes excediendo sus expectativas”

Valores:

Seguridad / Integridad / Responsabilidad / Orientación al cliente / Sentido de urgencia
/ Compromiso social y ambiental / Diversidad

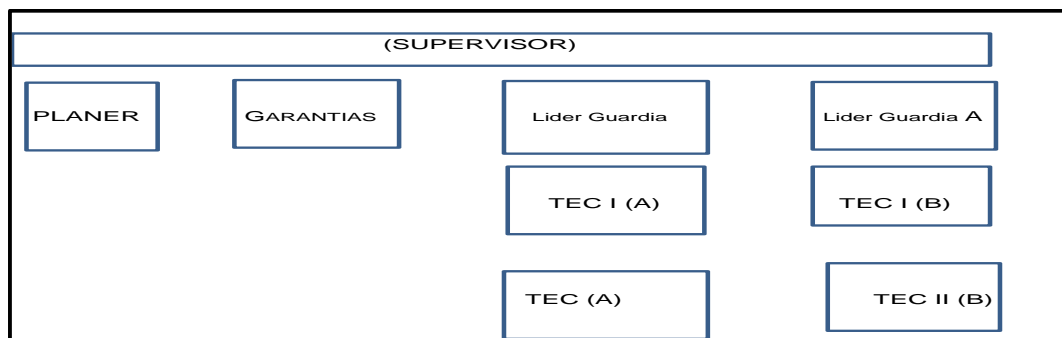
2.7.1.3. Estructura orgánica

Las figuras 8 y 9 recogen los organigramas de la alta dirección, así como la estructura orgánica del área de mantenimiento del Proyecto Lagunas Norte.

2.7.1.4. Estructura orgánica área de mantenimiento del Proyecto Lagunas Norte

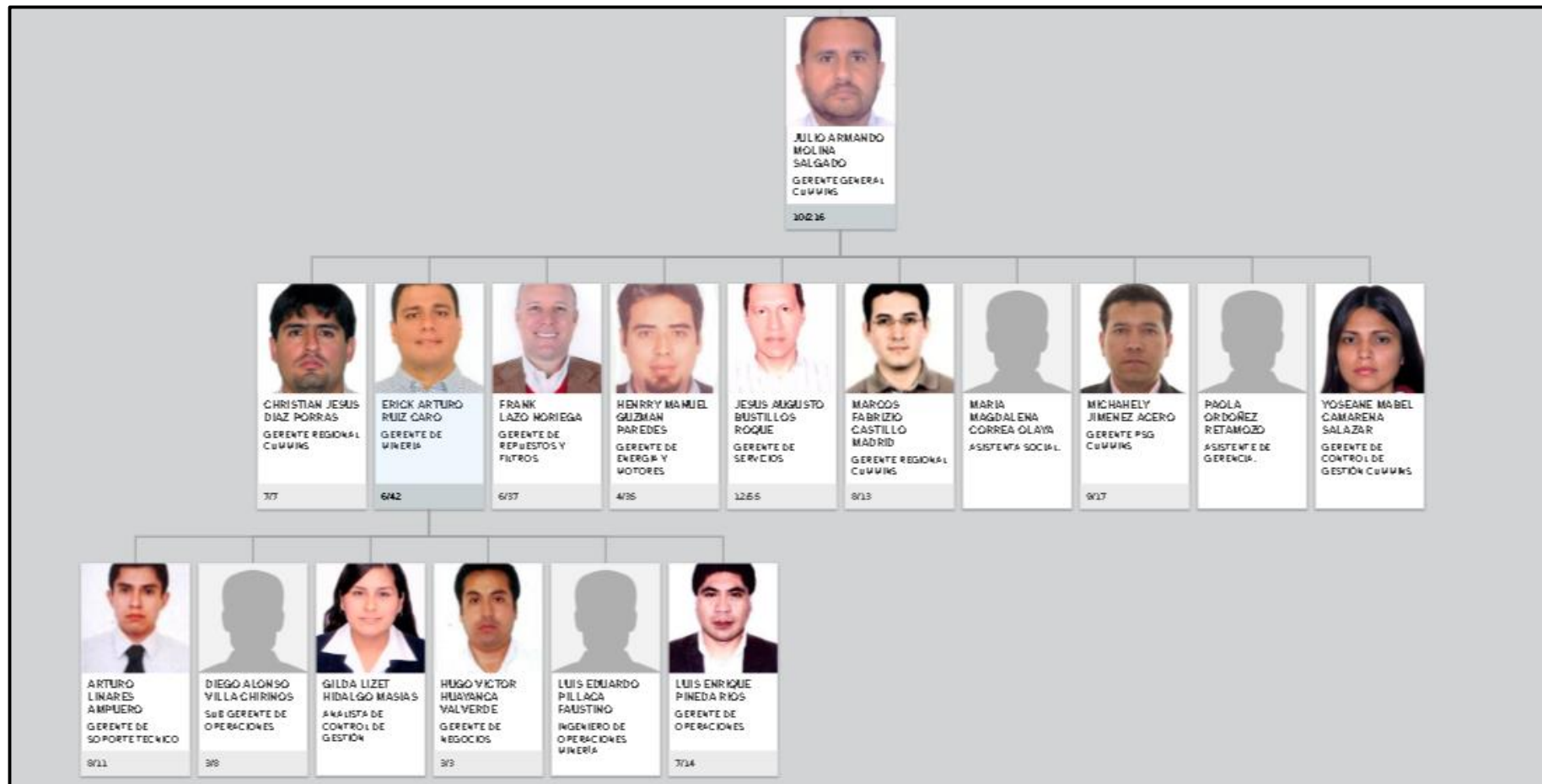
Respecto al Proyecto Lagunas Norte, CUMMINS Perú SAC tiene destinados a 10 colaboradores asignados de acuerdo a la estructura de la figura 8.

Figura 8: Estructura organica del área de mantenimiento



Fuente: Elaboracion propia -

Figura 9: Organigrama de la alta dirección de la empresa



Fuente: CUMMINS Perú S.A.C

2.7.1.5. Portafolio de productos

El portafolio de productos CUMMINS comprende una variedad de generadores diesel de diferentes modelos usos y necesidades, grupos electrógenos a gas, sistemas digitales patentados: PowerCommand® de Cummins Power Generation que sincronizan, poniendo en paralelo a grupos electrógenos con motores a gas múltiple y diesel tanto entre sí y la red de suministro público. Se incluye, además, motores para la industria minera, motores diésel marinos con potencias de 5,9 a 95 litros, líneas completas de propulsión, generadores y motores para la industria de la construcción, motores diversos para la industria automotriz, motores específicamente modificados para equipos ferroviarios. de pasajeros de alta velocidad, motores diésel y de gas natural para el sector extractivos de gas y petróleo, y soluciones de energía auxiliar de 37 a 1900 KW

Figura 10: Portafolios de productos

C12D6



C200D6



C400D6



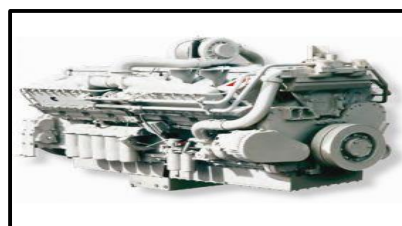
QSK95



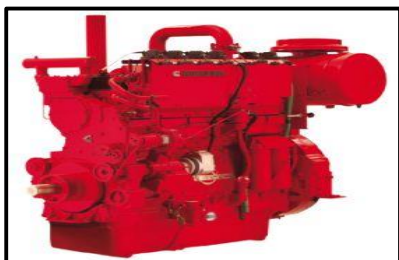
QSK19



KTA50



KTA19GC



UNIDADES DE FUERZA



Fuente: Elaboracion propia - 2019

2.7.1.6 Política de Calidad, Seguridad, Salud en el Trabajo y Medio Ambiente

En términos generales, el propósito de la empresa es tener una gestión de sus actividades responsable, con transparencia y ética, que puedan generar beneficios a todos los involucrados.

2.7.1.7. Servicios que ofrece la empresa

Independientemente de comercializar equipos se ofrece como, como parte de la estrategia de fidelización de la organización con sus clientes los servicios siguientes:

❖ Servicio en campo en Lima y sucursales

Por la importancia de la confiabilidad del equipo en operación, CUMMINS ofrece actividades de servicio de mantenimiento de motores y solución de problemas en campo el que tiene una amplia cobertura nacional.

❖ Venta de repuestos

Cummins Perú ofrece tanto repuestos nuevos, remanufacturados y componentes originales con la garantía de repuestos genuinos y el más amplio soporte de post venta en sus sucursales.

Servicio Post-Venta

Este es fundamental para garantizar la productividad de las operaciones de sus clientes. Por ello la empresa cuenta con los equipos, una variedad de servicios diseñados a la medida de las necesidades particulares y un servicio técnico de primer nivel conformado por:

- ❖ **Personal Técnico y Supervisión** profesional certificado.
- ❖ **Infraestructura física, equipamiento y herramientas** para desarrollar todas las actividades requeridas garantizando así un adecuado soporte operativo a los equipos

Servicios HHP y MR & HD

El Centro de Reparación de Motores Diesel tanto de Alta como de Media y Baja Potencia brindan soluciones a la operación en base a las necesidades de los en temas como:

- ❖ Evaluación de Motor.
- ❖ Reparación Parcial de Motor.
- ❖ Reparación General de Motor (Overhaul).
- ❖ Prueba de Motor en Dyno

Laboratorio

El Laboratorio Diesel ofrece soluciones como:

- ❖ Mantenimiento de Bomba de Combustible.
- ❖ Evaluación de Bomba de Combustible.
- ❖ Reparación de Bomba de Combustible.
- ❖ Calibración de Bomba de Combustible.
- ❖ Mantenimiento de Inyectores.
- ❖ Reparación de Inyectores.

Servicio automotriz

El Servicio Automotriz ofrece:

1. Evaluación de Motor (Troubleshooting).
2. Reparación de Motor.
3. Reparación de Bombas de Combustible.
4. Calibración de Bombas de Combustible.
5. Mantenimiento de Inyectores.
6. Reparación de Inyectores.

ReCon

La línea de productos ReCon ofrece productos a bajo costo remanufacturados por Cummins con las ventajas de un producto original con la opción de recibir su repuesto usado en parte de pago.

2.7.1.8 Principales clientes

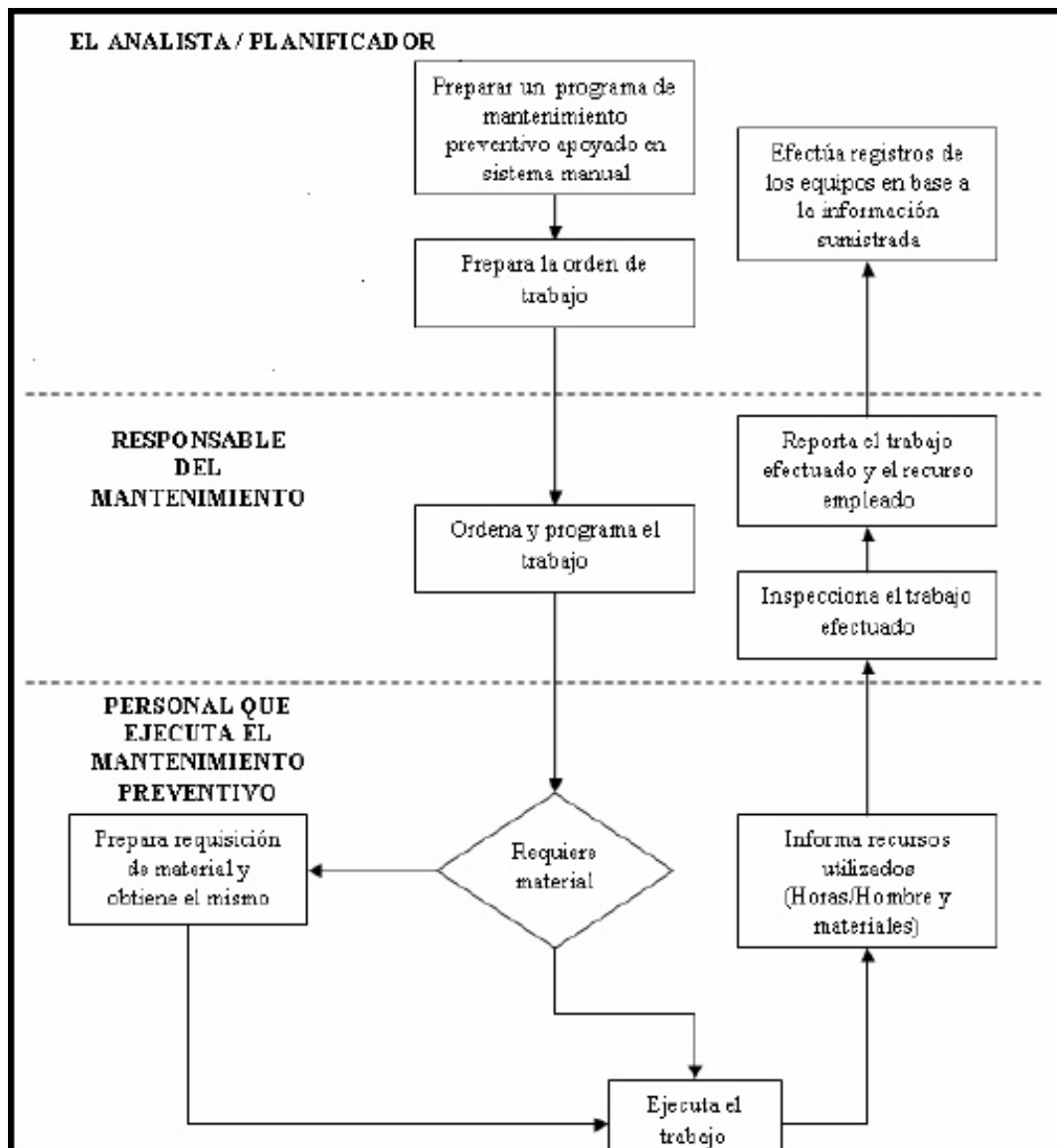
La subsidiaria de **CUMMINS** inc en el país, **Cummins Perú S.A.C**, tiene su sede principal en Lima así como 11 sucursales y tiendas que se encuentran ubicadas en Piura, Loreto, Cajamarca, Tarapoto, Chimbote, Trujillo, Pucallpa, Tacna, Cuzco, Arequipa e Ilo.

Sus principales clientes corresponden a las empresas que operan en los principales centros mineros del Perú. Entre estos están: Southern Peru Copper Corporation Cuajone, Southern Peru Copper Corporation Toquepala, Cerro Verde, Las Bambas, Antamina, Bayovar y Barrick Lagunas Norte.

2.7.1.9. Flujo de actividades del área de servicio de mantenimiento

La figura adjunta describe el flujo de actividades respecto a como están organizadas las actividades de mantenimiento

Figura 11. Flujo de actividades del área de mantenimiento



Fuente: Elaboración propia 2019

A continuación, se detalla la organización del área de mantenimiento de los 12 equipos Komatsu 730 E con motor Cummins serie K2000. Donde dichos equipos pertenecen al grupo de carguío que mueven grandes cantidades de toneladas de material a procesar hasta llegar al producto final (barras de Oro).

Las actividades de mantenimiento comprenden dos grupos generales: El mantenimiento tanto de los equipos de carga y el equipamiento auxiliar.

MANTTO EQUIPOS CARGUÍO

MANTTO EQUIPOS AUXILIARES

KOMATSU 730E

KOMATSU D6/D8

MOTOR SERIE K2000

MOTOR SERIE D375

En términos generales por que es necesario garantizar la operatividad plena de los equipos las actividades se relacionan con:

- 1.- Cambio de aceite y filtros en general.
- 2.-Descarga de data aem.
- 3.-Calibración de valvulas e inyectores.
- 4.-Cambio de inyectores.
- 5.- Inspección de motor.
- 6.-Cambio de unidad de potencia.
- 7.-Cambio de turbo.
- 8.-Cambio de arrancador.
- 9.-Cambio de bomba de agua.
- 10.-Cambio de bomba de combustible.
- 11.-Cambio de motor diesel.

2.7.1.10. Data PRE – TEST

La productividad antes de aplicar la disponibilidad y la confiabilidad se ha tomado en el trimestre de enero a marzo del 2019.

Dimensiones de la variable dependiente:

a) Eficiencia


Figura 12. Fórmula de la eficiencia

$$\text{EFICA.} = \frac{\text{H.M.T}}{\text{H.M.D}} \times 100$$

Eficiencia = operatividad de los recursos
H.M.T = Flota de Horas de camiones trabajadas
H.M.D = Flotas de horas de camiones disponibles

Fuente: Elaboración propia 2019

Tabla 9: Eficiencia antes de aplicar el mantenimiento productivo total

		FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA EFICIENCIA - PRETEST		
Supervisor:		Fecha: 2/01/2019 al 31/03/2019		
Jefe de Área:		Proceso: Toma de tiempos de las trabajas de camiones		
Departamento: Área de mantenimiento		Datos: Evaluación de la mejora de la productividad		
Mes	SEMANAS	tiempo útil de trabajo efectivo de la flota de camiones (horas)	Tiempo total de la flota de camiones (horas)	% Eficiencia
enero, febrero y marzo -2019	1	2000	2310	0,87
	2	1900	2310	0,82
	3	1985	2310	0,86
	4	2200	2310	0,95
	5	2150	2310	0,93
	6	2090	2310	0,90
	7	2150	2310	0,93
	8	2220	2310	0,96
	9	1850	2310	0,80
	10	1800	2310	0,78
	11	1760	2310	0,76
	12	1970	2310	0,85
	PROMEDIO			87%

Fuente: Elaboración propia – 2019

La tabla 9 recoge la data de la eficiencia de la flota de camiones antes de aplicar el TPM. La misma es del 87% en promedio. Ver en el anexo 2 – tiempo jornal de la flota de camiones

b) Eficacia


Figura 13. Fórmula de la Eficacia

$$EFIC. = \frac{C.M.R}{C.M.P} \times 100$$

C..M.R = Cantidad de material removido
C.M.P = Cantidad de material a ser removido programado

Fuente: Elaboración propia - 2019

Tabla 10: *Eficacia antes de aplicar TPM*

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA EFICACIA - PRETEST				
Supervisor:			Fecha: 2/01/2019 al 31/03/2019	
Jefe de Área:			Proceso: Cantidades de toneladas materia removida - trasladada	
Departamento: Área de mantenimiento			Datos: Evaluación de la mejora de la productividad	
Mes	SEMANAS	Cantidad de material trasladado (TONELADAS)	Cantidad total de material a ser trasladado programado (TONELADAS)	% Eficacia
enero, febrero y marzo -2019	1	14.536.000.000	16.632.000.000	0,87
	2	15.586.000.000	16.632.000.001	0,94
	3	13.800.000.000	16.632.000.002	0,83
	4	13.785.000.000	16.632.000.003	0,83
	5	15.586.000.000	16.632.000.004	0,94
	6	13.800.000.000	16.632.000.005	0,83
	7	14.536.000.000	16.632.000.006	0,87
	8	16.400.000.000	16.632.000.007	0,99
	9	13.200.000.000	16.632.000.008	0,79
	10	15.785.000.850	16.632.000.009	0,95
	11	13.800.000.000	16.632.000.010	0,83
	12	14.985.850.200	16.632.000.011	0,90
PROMEDIO				88%

Fuente: Elaboración propia – 2019

La tabla 10 detalla las cantidades de minerales trasladados por la flota de camiones y durante el tiempo que se recogió la data pre test. La eficacia para las 12 semanas fue de 88%.

Tabla 11: Información de cantidades de material (mineral) trasladado – por la flota de camiones

DATOS	
JORNADA LABORAL	7
FLOTA DE CAMIONES	15
HORAS EFECTIVAS	22
VIAJES POR (FLOTA DE CAMIONES)	44
TONELADAS DE MINERAL	240.000
CARGIO DE MINERAL	30 MINTS (aprox)
DIARIO REMOVIDO	158400000
SEMANAL REMOVIDO	16632000000

Fuente: Elaboración propia – 2019

Variable dependiente Productividad – pre test

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

Tabla 12: Productividad antes de aplicar TPM

 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD - PRETEST				
Supervisor:		Fecha: 2/01/2019 al 31/03/2019		
Jefe de Área:		Proceso: Cantidades de toneladas materia removida - trasladada		
Departamento: Área de mantenimiento		Datos: Evaluación de la mejora de la productividad		
Mes	SEMANAS	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
enero, febrero y marzo -2019	1	0,87	0,87	0,76
	2	0,82	0,94	0,77
	3	0,86	0,83	0,71
	4	0,95	0,83	0,79
	5	0,93	0,94	0,87
	6	0,90	0,83	0,75
	7	0,93	0,87	0,81
	8	0,96	0,99	0,95
	9	0,80	0,79	0,64
	10	0,78	0,95	0,74
	11	0,76	0,83	0,63
	12	0,85	0,90	0,77
PROMEDIO				77%

Fuente: Elaboración propia – 2019


Respecto a la productividad, tenemos que esta fue del 77%.

Variable independiente: dimensiones

Dimension confiabilidad (pre – test)

A continuación, tenemos los datos obtenidos de la confiabilidad, ver table 13:

Tabla 13: Dimensión de la confiabilidad antes de implementar el TPM

<div><div></div><div>Perú</div></div>						
FÓRMULA DE LA DIMENSIÓN DE CONFIABILIDAD		<div><div>Confiabilidad = $\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$</div><div>* 100</div></div>				
		MTBF = Tiempo medio entre fallas (Tempo de operación / Número de fallas)				
		TMPR (MTR): Tiempo promedio para reparación (Tiempo de reparación / Número de fallas)				
Departamento:		Fecha:	2/1/19 al 31/03/19			
Jefe de área:		Proceso:				
Supervisor:		Datos:	MTBF - MTTR			
MEDICIÓN DEL LA DIMENSIÓN DE CONFIABILIDAD DEL LA V.I (PRE - TEST)						
EMPRESA DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C.						
Semanas	INDICADOR CONFIABILIDAD PRE - TEST					
	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	NÚMERO DE FALLAS	MTBF	T.T. DE REPARACIÓN (HORAS)	MTTR	CONFIABILIDAD ANTES
1	154	14	11,00	28	2,00	0,85
2	154	13	11,85	26	2,00	0,86
3	154	12	12,83	24	2,00	0,87
4	154	14	11,00	28	2,00	0,85
5	154	14	11,00	28	2,00	0,85
6	154	14	11,00	28	2,00	0,85
7	154	10	15,40	20	2,00	0,89
8	154	14	11,00	28	2,00	0,85
9	154	14	11,00	28	2,00	0,85
10	154	14	11,00	28	2,00	0,85
11	154	12	12,83	24	2,00	0,87
12	154	9	17,11	18	2,00	0,90
PROMEDIO						85,7%

Fuente: Elaboración propia – 2019


En la tabla anterior, se detalla los tiempos totales de operaciones y los números de fallas para calcular el MTBF que significa tiempo medio entre fallas y, también, se calculará el MTTR que significa el tiempo promedio de reparación que calcula el tiempo de reparación entre el

numero de fallas, esta data fue tomada durante 12 semanas y el resultado de la confiabilidad antes fue de 85.5 %.

Dimensión: Disponibilidad (Pre – Test)

A continuación, observamos los datos obtenidos de la disponibilidad, ver table 14:

Tabla 14: Dimensión de la Disponibilidad antes de implementar el TPM.

			
FÓRMULA DE LA DIMENSIÓN DE DISPONIBILIDAD	$DISP = \frac{\text{Tiempo Total de operación (HRS)} - \text{horas muertas por paradas por averías o fallas (horas)}}{\text{Tiempo Total de operación (HRS)}} \times 100$		
Departamento:		Fecha:	2/01/19 al 31/03/19
Jefe de Área:		Proceso:	
Supervisor:		Datos:	Tiempos totales de operación y horas muertas por avería
MEDICIÓN DEL LA DIMENSIÓN DE DISPONIBILIDAD DEL LA V.I (PRE - TEST)			
EMPRESA DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C.			
Semanas	INDICADOR DISPONIBILIDAD PRE - TEST		
	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	TIEMPO MUERTO TOTAL (HORAS)	DISPONIBILIDAD ANTES
1	154	28	0,82
2	154	26	0,83
3	154	24	0,84
4	154	28	0,82
5	154	28	0,82
6	154	28	0,82
7	154	20	0,87
8	154	28	0,82
9	154	28	0,82
10	154	28	0,82
11	154	24	0,84
12	154	18	0,88
PROMEDIO			83,3%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la tabla anterior se detallan los tiempos totales de operaciones y los tiempos muertos para calcular la disponibilidad de los camiones, esta data fue tomada durante un periodo de 12 semanas y su resultado de la disponibilidad antes fue de 83.3 %

2.7.2. Propuesta de mejora

El diagnóstico de la realidad problemática del área de mantenimiento de los camiones Komatsu 730E/ MOTOR CUMMINS de la serie K2000 que suministra CUMMINS PERU SAC a las operaciones de Barrick en el yacimiento Lagunas Norte llevó a identificar con la matriz de alternativas de solución diversas opciones. Se identificó a la mejora de procesos, el estudio del trabajo, las 5 S y el mantenimiento productivo total – TPM.

Tabla 15: *Tabla de alternativa de solución*

ALTERNATIVAS	CRITERIOS				TOTAL
	SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA	COSTO DE APLICACIÓN	FACILIDAD DE LA APLICACIÓN	TIEMPO DE APLICACIÓN	
MEJORA DE PROCESOS	3	1	1	1	6
ESTUDIO DEL TRABAJO	2	3	2	1	8
MANTENIMEINTO PRODUCTIVO	4	3	3	3	13
TOTAL - TPM					
5S	1	1	2	4	8
CRITERIOS QUE FUERON TOMADOS Y ESTABLECIADOS CON EL RESPONSABLE DE MANTENIMIENTO					
INADECUADO (0), RAZONABLEMENTE ADECUADO (1), BASTANTE ADECUADO (2), IMPORTANTE (3), MUY IMPORTANTE (4)					


Fuente: Elaboración propia 2019

Se ha optado por el mantenimiento productivo total (TPM) no solo por el puntaje obtenido a partir de los criterios establecidos sino, además, el TPM implementado con éxito genera importantes beneficios de manera que incremente la productividad y que se reduzcan los costes de mantenimiento, además de permite prevenir los defectos y averías de calidad, elimina la necesidad de ajustes haciendo el trabajo más fácil y más seguro para los operadores de los equipos. Además, se obtendrán beneficios como:

- Cultura de prevención.
- Identificación de problemas potenciales.
- Eficiencia maximizada del equipo.
- Mejora de condiciones ambientales.

El diagrama de GANTT adjunto detallas las actividades para llevar acabo la mejora:

Tabla 16: Programa del TPM en el área de mantenimiento en la flota de camiones KOMATSU 730

		Programa de TPM en el área de mantenimiento en la flota de camiones KOMATSU 730 en las operaciones que desarrolla Cummins Perú S.A.C en el yacimiento Lagunas Norte																												
ÍTEM	ACTIVIDADES	ACTIVIDADES A REALIZAR																												OBSERVACIONES
		enero				febrero				mar				abril					mayo				junio							
1	COMPROMISOS / SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4				
2	Recolección de la DATA PRE-TES																													
3	Situación actual de la empresa																													
4	Identificación del área a mejorar																													
5	4 FASES DE IMPLEMENTACIÓN DEL TPM																													
6	PREPARACIÓN																													
7	Decisión de aplicar el mantenimiento productivo total																													
8	Información sobre el TPM																													
9	Estructura proporcional del mantenimiento																													
10	INTRODUCCIÓN																													
11	Inicio formal del TPM																													
12	IMPLEMENTACIÓN																													
13	Mejoras orientadas																													
14	Formacion y capacitacion																													
15	Programa de un mantenimiento autónomo																													
16	Programa de un mantenimiento planificado																													
17	CONSOLIDACIÓN																													
18	Resultados del plan de mejorar (Data POS - TEST)																													

2.7.2.1 Costo de la aplicación del Mantenimiento Productivo Total

Muestra el esquema de costos en lo que se incurrió para la aplicación del TPM

Tabla 17: Costo de la inversión de la ejecución del TPM

		HERRAMIENTAS	S/ COSTO
LAPTOP LENOVO		S/	2.495,00
IMPRESIONES DE INVESTIGACIONES		S/	140,00
FOLDER MANILAS		S/	10,00
IMPRESIONES DE LOS FORMATOS PARA LAS CHARLAS DE CAPACITACIÓN		S/	40,00
EQUIPOS DE PROCEDIMIENTOS		S/	1.200,00
CAPIAS DE REPORTE DE MANTENIMIENTOS A LA FLOTA DE CAMIONES		S/	15,00
IMPRESORA LENOVO		S/	700,00
CARPETA DE OFICINA		S/	150,00
COSTO TOTAL DE HERRAMIENTAS DE INVERSIÓN		S/	4.750,00
PERSONAL A CONTRATAR PARA LA APLICACIÓN DEL TPM (3 MESES)			
PERSONAL ESPECIALIZADO		S/	7.750,00
TOTAL DE INVERSIÓN DE LA APLICACIÓN - TPM		S/	12.500,00

Fuente: Elaboración propia - 2019

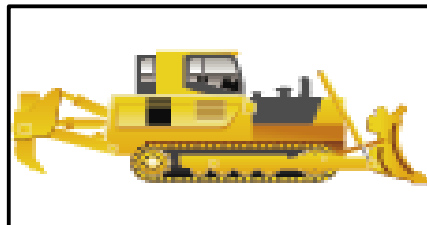
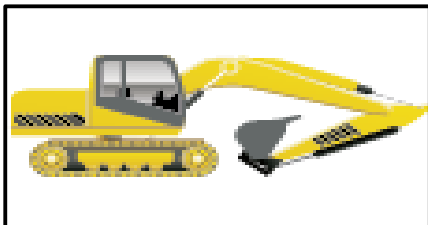
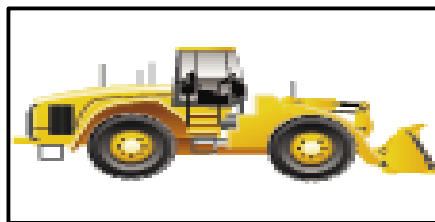
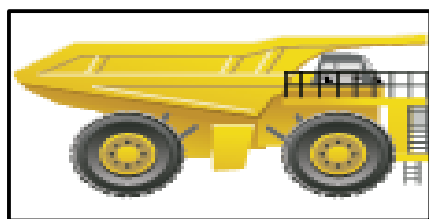
2.7.3. Desarrollo de la propuesta de mejora

2.7.3.1. Situacional del área de mantenimiento

2.7.3.1.1. Aproximación a las actividades operativas

La actividad en los yacimientos mineros es ininterumpida. En esa medida, por la característica de la actividad que desarrolla requiere que el diverso equipamiento que opera en los yacimientos mantenga una operatividad plena durante las 24 horas del día.

Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú (KMMP) como compañía impulsadora de soluciones integrales y servicio post venta para los rubros el minero y el de construcción, tiene entre sus socios a Komatsu Ltd. empresa líder mundial en fabricación para equipos de Minería y Construcción y sus productos como camiones, cargadores sobre ruedas, palas, tractores sobre orugas y motoniveladoras corresponden a maquinaria diversa originarias de Japón, Estados Unidos y Alemania países que cuentan con la más alta tecnología para todo tipo de aplicaciones en la minería de tajo abierto.



Distribuidora Cummins Perú S.A.C, como parte de Komatsu-Mitsui Maquinarias Perú (KMMP), provee a las operaciones que desarrolla BARRICK en el yacimiento de Laguna Norte la flota de camiones Komatsu 730E para el movimiento del material que se extrae de dicha mina. Las características de dicho equipamiento corresponden al detalle siguiente:

Tabla 18: Características del camión KOMATSU 730E

Capacidad de carga payload (TM): 181	Capacidad volumétrica tolva estandar: 148
Potencias (hp): 2000	Peso vacío (TM): 180
Peso cargado (TM): 328	Neumáticos: 37.00 R57
Mandos: Eléctricos	Ancho(m): 7.14,
Alto (m): 6.81	Largo (m): 13.7
K	Familia de motores.
T	Sistema de admisión de aire sobrealimentado con turbocompresores
T	Cuatro turbocompresores.
A	Sistema de admisión de aire enfriado con aftercoolers (postenfriadores)
50	Cilindrada del motor (litros)
2000	Potencia al freno en HP.
A	Motor gobernado electrónicamente.
Número de cilindros	16 cilindros en 'V'
Diámetro del pistón	59mm.
Carrera	159mm.
Potencia al freno	2,000 HP (1,492 kW)@ 1,900 RPM
Potencia a la volante	1,860 HP (1,388 kW)@ 1,900 RPM
Peso	11,670 lbs (5,294 kg)
Arranque	Eléctrico, 2 motores de 24 v.
Turbocompresores	2 Turbos de baja presión (delantero y posterior) y 2 Turbos de alta presión (izquierdo y derecho)
Sistema de combustible	PT (presión - tiempo)

Fuente: Elaboración propia – 2019



Distribuidora Cummins Perú S.A.C, tiene dispuesto en el campamento de Barrick Misquichilca S.A., en su operación de Lagunas Norte, perteneciente al distrito de Quiruvilca, provincia de Santiago de Chuco - Región La Libertad, a un equipo de técnicos para atender los servicios de servicio de mantenimiento y brindar la solución para garantizar la operatividad de los equipos, pues de esto depende la producción del yacimiento.

El yacimiento es a tajo abierto, con diseño tipo andeneria con altura de bancos de 10 metros. Lagunas Norte, dio inicio a sus operaciones el segundo trimestre del 2005 y sobre la base de las reservas existentes, la vida útil esperada de la mina es de 10 años aproximadamente.

El objetivo de este equipo humano es incrementar la vida útil de los componentes, optimizando así los costos de mantenimiento y reparación, para obtener una mayor producción y alta performance del equipo, a un menor costo de producción sobre la base de una comprensión de lo que significan las actividades en el yacimiento y la intensidad del trabajo de estos camiones.

Proceso de obtención del mineral

En la obtención del mineral, las perforadoras realizan perforaciones de 10.5 metros de profundidad se utilizan explosivos para realizar voladuras. El material minado es cargado por palas hidráulicas y transportado por camiones de 188 toneladas de capacidad hasta la estación de chancado. A diario se mueven más de 80,000 toneladas métricas entre mineral y estéril. En todo momento camiones cisterna riegan la mina para evitar la generación de polvo en el ambiente.

Posterior a la obtención del mineral, mediante la operación de chancado donde la roca es reducida a dimensiones menores a 15 centímetros. Luego, este material es trasladado mediante una faja transportadora una segunda estación de chancado donde se reduce hasta un tamaño de menos de 4 centímetros.

Luego, mediante una faja transportadora, el mineral ya reducido en tamaño, es depositado en una tolva, que permite dosificar el carguío de los camiones.

La Lixiviación consiste en aplicar al mineral, mediante goteo, una solución lixivante de cianuro de sodio disuelta en agua para separar el oro y la plata contenidos en el mineral. Mediante un sistema de tuberías, la solución rica en oro y plata es conducida hacia la planta de procesos.

En la planta de procesos se filtra la solución rica en oro y plata extrayéndose el oxígeno, para luego añadirse polvo de zinc para lograr la precipitación de los metales valiosos. Mediante un circuito cerrado, el líquido sobrante es devuelto al proceso de lixiviación.

Finalmente, mediante operaciones complementarias como la extracción del precipitado de los filtros-prensa, el que luego es secado en las retortas. Finalmente, es mezclado con fundentes y se carga a los hornos donde es fundido y moldeado, obteniéndose las barras de oro y plata (metal doré) que se empacan para su embarque.

2.7.3.2 Identificación del área de mejora

2.7.3.2.1. Análisis de indicadores

El análisis de indicadores de desempeño será el punto de referencia para obtener información objetiva respecto a como se vienen dando las actividades de mantenimiento por parte del personal destacado en Lagunas Norte. Los indicadores a ser considerados serán: disponibilidad, el tiempo promedio para las reparaciones y el tiempo promedio entre fallas. El cuadro adjunto recoge los detalles referidos a estos indicadores tomando como referencia la línea base establecida por la Gerencia de mantenimiento

Tabla 19: Indicadores de la confiabilidad

La Confiabilidad requerida en operación	90%, sobre una operación continua de 22 horas diarias
El tiempo promedio para las reparaciones de un camión (MTTR)	NO debe ser superior a 4 horas.
El tiempo promedio para las reparaciones (MTBF)	No debe ser superior a 4 horas.

Fuente: Elaboración propia - 2019

Los indicadores anteriores son la base para el análisis de fallas y el análisis de costo de falla.

El análisis de fallas, permite determinar el número de fallas que posibilita identificar los componentes que tienen asociadas mayor tasa de detenciones y los que involucran un mayor tiempo fuera de servicio.

El análisis del costo de fallas se relaciona con los costos asociados a las fallas del equipo e involucran los costos por mano de obra, repuestos, traslados, pérdidas por arranque e inicio del proceso productivo.

2.7.3.3. Las 4 Fases de implementación del TPM

2.7.3.3.1. Preparación


2.7.3.3.2. Conversación con la Gerencia para la decisión de la aplicación del TPM

La Gerencia de mantenimiento será informada de la propuesta, sus alcances y como la misma contribuirá a la optimización de costos y la mejora en el desempeño del equipamiento, durante el mes de Marzo del año 2019 se tuvo una junta con el Gerente general de la empresa y el supervisor a cargo del área de mantenimiento para manifestarle sobre la investigación que sería llevada a cabo en la compañía Cummins Peru S.A.C explicándole los detalles de la problemática y expresándole a su vez el motivo de la baja productividad de la flota de camiones Komatsu 730 – E y se le propuso la herramienta del TPM que mejorará la productividad de los camiones.

2.7.3.3. Información o Anuncio del programa TPM por la Gerencia

La gerencia anunció el Programa y sus objetivos a través del responsable del proyecto en la zona de actividades.

Figura 14: Documento de Anuncio de la herramienta del TPM



**DOCUMENTO DE ANUNCIO DE LA GERENCIA DE LA
DECISIÓN DE APLICAR LA HERRAMIENTA DELTPM
(MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL)**

Este documento se elaboro con el fin de poder anunciar a todos los trabajadores de la empresa **DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C.** de Aplicar el Mantenimiento Productivo Total (TPM).

- Gerente General
- Gerente de Operaciones
- Gerente de Repuestos y Filtros
- Gerente de Minería
- Gerente de energía y motores
- Gerente de Servicios
- Analista de control y gestion
- Asistente de Operaciones
- Jefe (Area de Mantenimiento)
- Supervisor General (Area de Mantenimiento)
- Tecnicos Mecanicos
- Tecnicos Electricistas
- Ayudantes y peones

se entrenara a los tecnicos mecanicos.

Este Documento esta Enfocado al Compromiso de todos los colaboradores de la empresa **DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C.**, asi mismo de poder cumplir la meta, lo cual es estara enfocado en las fases de implementacion los cuales son: preparacion, introduccion, implementacion y consolidacion.

Lima 01 de Abril del 2019

Aprobado por: _____
(Gerente de Operaciones)

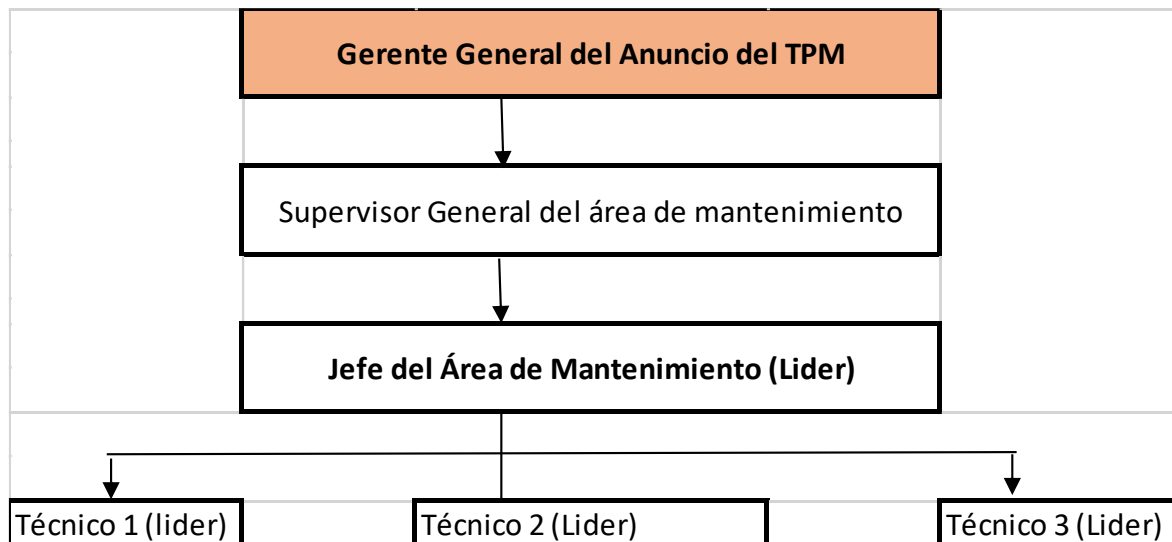
Aprobado por: _____ (Jefe del Area de Mantenimiento)	Aprobado por: _____ (Supervisor General del Area de Matenimiento)
---	---

Fuente: Elaboración propia - 2019

2.7.3.3.4. Estructura proporcional de mantenimiento

El responsable de liderar la implementación de la propuesta convocó al personal técnico para informar sobre las bondades del programa, sus alcances e importancia. Esto comprendió el desarrollo de las capacitaciones respectivas.

Figura 15: Estructura de liderazgo del TPM



Fuente: Elaboración propia – 2019

Se detalla a continuación a los responsables que lideraron la herramienta del TPM para la empresa Distribuidora Cummins Peru S.A.C:

Director (Gerente General):

Supervisor General del Area de Mantenimiento:

Jefe del Area de Mantenimiento:

Tecnico 1 Lider:

Tecnico 2 Lider:

Tecnico 3 Lider:

2.7.3.3.5. Introducción

2.7.3.3.6. Inicio formal del Tpm

En dicho punto se comunicó de manera formal a todos los trabajadores de la compañía.

En el anexo 03 – se detalla los formatos de capacitación de la metodología del TPM. El anexo 04 – fotos de capacitación.

2.7.3.3.7. Implementación

2.7.3.3.8. Mejoras Orientadas

Previamente se utilizó este pilar para alcanzar a identificar los problemas desde su origen localizando los tiempos perdidos, con ello se logró planificar las medidas tomadas. Se tomó en cuenta lo siguiente:

- Flujograma de registro de fallas
- Formato de registro de fallas
- Formato de análisis de fallas

Situación del equipamiento respecto a indicadores del programa de mantenimiento

El mantenimiento de mejoras orientadas se basa en determinar el estado de la maquinaria en operación. Su concepto se sustenta en el hecho de que las máquinas dan aviso antes de que tenga lugar la falla. La idea que sustenta este tipo de mantenimiento es percibir los síntomas para luego tomar acciones.

Estos síntomas se perciben mediante ensayos no destructivos, como: análisis de aceite, análisis de desgaste de partículas, medida de vibraciones, medición de temperaturas, termografías, análisis con ultrasonido, etc.

En el caso de Lagunas Norte los mantenimientos que se ha venido realizando al equipamiento normalmente ha estado basado en brindar mantenimiento de correctivo y preventivo, otras técnicas como el predictivo, proactivo, TPM, solo se había limitado solo al análisis de aceite.

Para el caso de los camiones Komatsu 730E, estos cuentan con sistemas de control electrónicos y de monitoreo de condición. Cuentan también con diferentes softwares de monitoreo, tales como: CENSE, STA TEX 111 y PLM 111 lo que permite establecer valores nominales de los parámetros de funcionamiento.

En los últimos meses, los indicadores de desempeño del área de mantenimiento respecto a la operatividad de la flota de camiones Komatsu 730E destacados en el campamento minero muestran un ratio por debajo de los estándares estimados en el Plan de mantenimiento. Esto

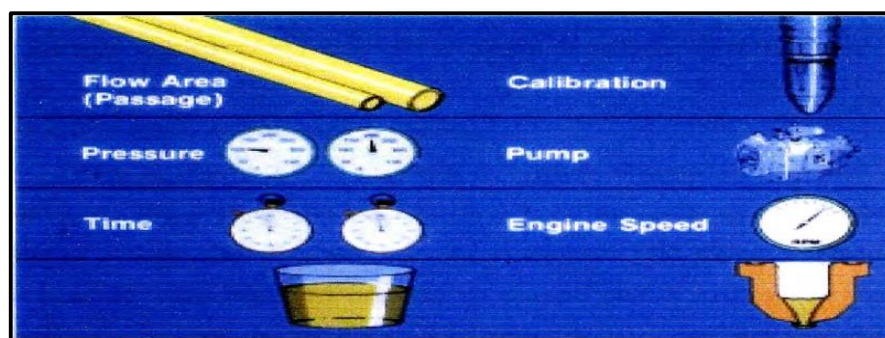
se pone de manifiesto por las paradas constantes de la flota de camiones y que se refleja en la baja productividad de estas unidades. Todo lo anterior se refleja en:

- ✓ La performance de los camiones que se traduce en la disminución de la disponibilidad mínima estimada para la flota.
- ✓ Incremento de los tiempos muertos por reparaciones y por reingresos al taller.
- ✓ Incremento en el cambio y/o reparación de componentes respecto a las proyecciones iniciales efectuadas
- ✓ Aumento en los requerimientos de los ítems en stock en el almacén de repuestos y partes.
- ✓ Disminución de la vida estándar estimada de los componentes lo que está generando la necesidad de actividades overhaul, antes de lo que se tiene estimado
- ✓ Afectación en los ciclos de carguío, lo que se traduce en la disminución de la cantidad de mineral transportado lo que se refleja en el incremento del consumo de combustible.

Sistema de Combustible PT

El motor K2000E utiliza el principio de funcionamiento del sistema de combustible PT (Pressure - Time, Presión - Tiempo), donde "P" se refiere a la presión de combustible hacia la entrada de los inyectores, dicha presión es controlada por la bomba de combustible y "T" se refiere al tiempo disponible que tiene el combustible para fluir al interior de la copa del inyector, éste tiempo es controlado por la velocidad del motor a través del árbol de levas.

Figura 16: Sistema de Combustible PT



Fuente: Distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima

Sistema de Lubricación

La lubricación en el motor diesel es fundamental para evitar desgaste excesivo debido a la gran fricción que se genera por la alta velocidad de giro, entre las partes internas del motor. El componente principal del sistema de lubricación es la bomba; dicha bomba es de engranajes helicoidales, está montada en la brida inferior de cárter, y es impulsada por el engranaje posterior del cigüeñal.

Sistema de Enfriamiento

El motor K2000E se caracteriza por tener un sistema de enfriamiento de flujo alto, el cual, incorpora el sistema postenfriado de baja temperatura conocido como L TA (Low Temperatura Aftercooling).

Sistema de Admisión y Escape

El motor K2000E es turbocargado y postenfriado, teniendo dos etapas en el turbocargado y una solo etapa en el postenfriado. Con la doble etapa en el turbocargado se logra una mayor presión de aire de admisión.

Análisis de aceite del Motor K2000E

En el camión 730E el motor utiliza el aceite Shell Rimula Super 15W 40 cuyas características de rendimiento se indican a continuación:

Tabla 20: Características del motor y aceite

Grado SAE	15W40
Viscosidad @ 1 00°C , cSt	15
Punto de inflamación , °C	230
Punto de fluidez	, °C

Fuente: Elaboración propia – 2019

En el laboratorio de análisis de aceite de Minera Barrick se analiza la muestra de aceite tomada del cárter del motor, el equipo encargado de calcular las partículas por millón (ppm) presentes en el aceite es el denominado espectrofotómetro, la cantidad de ppm de un

determinado metal en la muestra nos indica el desgaste de algunos de los componentes internos del motor

Tabla 21: Límites condensorios del aceite SheU Spirax A 80W90

Parámetro	Límite inferior	Límite superior
Viscosidad a 1 00°C (cSt)	14.5	16.5
Agua % Volumen	0.1	0.5
Hierro (ppm)	20	40
Cromo (ppm)	6	10
Plomo (ppm)	4	8
Cobre (ppm)	10	15
Estaño (ppm)	4	8
Aluminio (ppm)	6	12
Silicio (ppm)	15	25
Viscosidad a 1 00°C (cSt)	14.5	16.5

Fuente: Elaboración propia – 2019

Actividades de mantenimiento del equipamiento

En Lagunas Norte, el equipo de mantenimiento realiza mantenimientos correctivos y preventivos. El mantenimiento correctivo incluye todas las labores necesarias para resolver los diferentes problemas o imprevistos que ocurran por la falla anticipada o imprevista en los sistemas y componentes, que afecten a los equipos durante su operación normal. Estas actividades comprenden:

- diagnóstico de las fallas, correcciones de las fallas, reparaciones derivadas de problemas estructurales, extracción de pernos cortados, reemplazo de repuestos menores y de bajo costo, tales como sellos, mangueras, correas, micas, vidrios, espejos y niples en mal estado.
- Las tareas de mantenimiento preventivo consideran la realización de todas las actividades descritas en los programas de mantenimiento que exige el fabricante y aquellas que la experiencia ha demostrado necesarias ejecutar, ajustar o modificar.
- Las paradas para los mantenimientos preventivos se realizan con una frecuencia de 250 horas, esta incluye la incorporación de todos los repuestos establecidos para reemplazo o reparación por horas de uso, así como la calibración del motor cada 4000 horas.

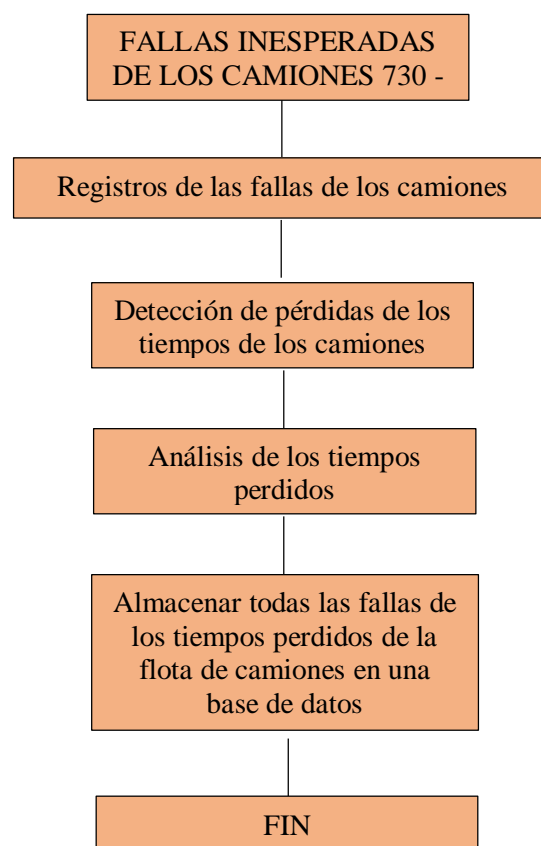
- El mantenimiento predictivo y monitoreo de condiciones considera las actividades de monitoreo de condición de los equipos, para la toma de decisiones de mantenimiento. Estas actividades incluyen: análisis de aceite, corte de filtros, termografía, inspecciones de mandos finales cada 1000 horas en promedio y análisis de partículas magnéticas para detectar fallas estructurales en los equipos.

El software de mantenimiento lleva el control de las horas de los componentes mayores (motor, transmisión, convertidor, mandos finales, paquetes de frenos), y los componentes menores (bombas hidráulicas, cardanes, suspensiones, cilindros hidráulicos) a quienes se les ha asignado un tiempo de operación antes de su reparación o reemplazo.

Los programas de mantenimiento mayor requieren de la sincronización de las horas de estos componentes, tiempos de reparación y presupuestos aprobados por la gerencia de mantenimiento responsable del proyecto Lagunas Norte.

- **Flujograma Del Registro De Fallas**

Figura 17: Flujograma de registro de fallas



Fuente: Elaboración Propia – 2019

A continuación, se detalla cada una de las actividades de las fallas inesperadas de los camiones 730 – E

Tabla 22: Descripciones del proceso de actividades de las fallas inesperadas

NUMERAL	ACTIVIDADES	DESCRIPCION
1	Registros de las fallas de los camiones	se registra todas las fallas que generan tiempos perdidos durante el desarrollo
2	Deteccion de perdidas de los tiempos de los camiones	Deteriorio de los camiones
3	Analisis de los tiempos perdidos	Priorizar las fallas de tal manera que se den una solucion rapida y eficaz
4	Almacenar todas las fallas de los tiempos perdidos de la flota de camiones en una base de datos	luego de haber hallado , se analizara cada una de las fallas de los camiones

Fuente: Elaboración propia - 2019

En el anexo 05 se muestra el formato de registros de fallas que nos permitió registrar las averías observadas para la flota de camiones 730 – E para así poder manejar una base de datos y hacer un mejor análisis y también, se procedió a elaborar un formato de análisis de fallas ver en el anexo 06.

2.7.3.3.9. Formación y Capacitación

Se capacitó a técnicos, mecánicos, peones, ayudantes y encargados y obtengan conocimientos del mantenimiento sobre el mantenimiento a través del TPM a los camiones 730 – E, y puedan enseñar a través de las capacitaciones a sus compañeros de trabajo.

Figura 18: participación en temas de TPM

KOMATSU		FORMATO DE PARTICIPACIÓN		Código: FOR-SSO-001
DATOS DEL EMPLEADOR		ACTIVIDAD ECONÓMICA		Nº TRABAJADORES EN EL CENTRO LABORAL
RAZÓN SOCIAL O DENOMINACIÓN SOCIAL	RUC	DOMICILIO	ACTIVIDAD ECONÓMICA	19
JOY GLOBAL (PERU) S.A.C (KOMATSU MINING CORP.)	20388287395	Av. JORGE BASADRE N° 892 SAN ISIDRO	VENTA, ARRENDOS Y MANTENIMIENTO DE EQUIPO MINERO	
MARCAR (X)				
INDUCCIÓN	CAPACITACIÓN	ENTRENAMIENTO	SIMULACRO	REUNION GRUPAL
OTROS ESPECIFICAR				
TEMA: MANTENIMIENTO PROACTIVO TOTAL				
FECHA: N° DE HORAS:				
NOMBRE DEL CAPACITADOR				
Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	Nº DNI	AREA y/o Empresa	FIRMA
1	JANEDANO CERVANTES RAY	44263231	MANITO / KMC	
2	Andres Reyes Alaghton	47487796	MANITO / KMC	
3	MANITA FLORES MANUEL	167440572	MANITO / KMC	
4	Benjamin Rojas R.	20123326	MANITO / KMC	
5	DANIEL GUERRA OLIVER	45027041	MANITO / KMC	
6	HUMANO CAMPOS SAUL S	42742675	MANITO / KMC	
7	Alan Huastota Jony	43936687	MANITO / KMC	
8	Socelo Molay Cesar D.	70413756	MANITO / KMC	
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
Observaciones:				
RESPONSABLE DEL REGISTRO				
Nombre:	Manuel Andres Valle Garcia			Fecha:
Cargo:	Jefe de proyecto			Firma:

Fuente: Elaboración propia – 2019

Figura 19: Encuesta de satisfacción al cliente aplicando el TPM antes y después

KOMATSU

Fecha: / /

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN DE SERVICIO

EMPRESA: *Soy Global (Vera) SAC* CARGO: *Safe de proyecto*

En KMC deseamos mejorar la calidad de nuestros servicios, es por ello que es muy importante para nosotros conocer su opinión respecto a nuestra post-venta. Por favor, responda de forma sincera, según su apreciación y experiencia las siguientes preguntas.

1. TALLER LA JOYA

A.- ¿Cómo calificaría la puntualidad y rapidez en la entrega del servicio de taller?

1 2 3 4 5

Muy mala ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

B.- ¿Con qué puntaje calificaría la calidad en los servicios de taller?

1 2 3 4 5

Muy mala ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

C.- ¿Con qué puntaje calificaría la calidad de las comunicaciones e información que recibe relativa a los servicios de taller?

1 2 3 4 5

Muy mala ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

D.- ¿Cómo calificaría la relación Costo - Beneficio de los servicios de taller?

1 2 3 4 5

Muy mala ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

2.-SERVICIO DE CAMPO - FIELD SERVICE

A.- ¿Cómo calificaría nuestros estándares de seguridad en la ejecución de los servicios de campo?

1 2 3 4 5

Muy malos ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelentes

B.- ¿Cómo calificaría la calidad de nuestros servicios de campo?

1 2 3 4 5

Muy mala ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

C.- ¿Cómo calificaría la capacidad y experiencia de nuestro personal?

1 2 3 4 5

Muy mala ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

3.-SOPORTE ESPECIALIZADO – TECHNICAL SUPPORT

A.- ¿Considera que los términos & condiciones de garantía se cumplen?

☐ NUNCA ☐ A VECES ☐ CASI SIEMPRE ☐ SIEMPRE

B.- ¿Cómo calificaría nuestro proceso y servicio de atención a sus reclamos de garantías?

1 2 3 4 5

Muy malo ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Excelente

P&H **MONTABERT** **JOY**

COPIA CONTROLADA

Fuente: Elaboración propia – 2019

C.- ¿Que capacitación técnica y de operación le gustaría que incluyéramos en nuestras ofertas?

1.- _____
 2.- _____
 3.- _____
 4.- _____
 5.- _____

D.- Marque las características que considera más resaltantes en el actual soporte que recibe de nuestros ingenieros especialistas. (Puede marcar varias opciones)

- | | |
|---|--|
| <input type="radio"/> Rapidez en tiempo de respuesta | <input type="radio"/> Proactividad |
| <input type="radio"/> Capacidad para resolver problemas | <input type="radio"/> Efectiva difusión de información técnica |
| <input type="radio"/> Experiencia | <input type="radio"/> Buen trato |

4.- REPUESTOS

A.- ¿Cómo calificaría, en general, nuestro proceso de cotización de repuestos?

	1	2	3	4	5	
Muy malo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

B.- ¿Cómo calificaría nuestros plazos de entrega de repuestos?

	1	2	3	4	5	
Muy malos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelentes

C.- ¿Cómo calificaría la rapidez de atención de un pedido de emergencia de repuestos?

	1	2	3	4	5	
Muy mala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

5.- EVALUACION DE SERVICIOS DE KMC

A.- Si tuviera que poner una nota global al servicio que brinda KMC. ¿Qué puntuación le daría?

	1	2	3	4	5	
Muy mala	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excelente

B.- ¿Cuáles son los cambios o mejoras que, en su opinión, deberían incorporarse a nuestro servicio?

1.- _____
 2.- _____
 3.- _____
 4.- _____

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN



2.7.3.3.10, Programa de Mantenimiento Autónomo

La aplicación de este pilar del mantenimiento autónomo implicó capacitaciones y Check list para facilitar el desarrollo del mantenimiento planificado. Además, se realizaron charlas a los técnicos y mecánicos para que tengan conocimientos de como actuar antes y después de que esta herramienta fuera aplicada.


Los técnicos fueron los únicos de poner en marcha este pilar del TPM, encargándose de ejecutar actividades como la inspección del camión, limpieza del camión y lubricaciones.

Se capacitó a los técnicos sobre el mantenimiento autónomo. Los registros de las capacitaciones ofrecidas se muestran en el anexo 07. El detalle de la reunión de capacitación se recoge en el anexo 08.

La limpieza de los camiones ayuda a que su vida útil se prolongue mas, y a su vez se disminuyen las posibles fallas por la falta de limpieza en los camiones 730 – E. ver Anexos 9,10 y 11 de la limpieza de motores, discos y camión.

A continuación, se detallará los formatos de capacitación de limpieza e inspecciones que se brindaron a los técnicos y mecánicos del área de mantenimiento.

Figura 20: Formato de capacitación de Limpieza.



FORMATO DE CAPACITACIÓN DE LIMPIEZA PARA EL CAMION 730 - E, KOMATSU

Se elaboro un formato con el fin de que el técnico y el mecánico debieran tener en cuenta los siguientes pasos para realizar una respectiva Limpieza del camión komatsu 730 - E:

- Debera de hacer una inspeccion visual al camion, y si esta sucia o llena de polvo
- Revisión y limpieza de cables.
- Tener como herramientas de accesorios personales aflojatodo, trapos, una hidrolavadora a presion, esponjas.
- Revise periódicamente si los neumáticos estan bajos durante el turno. Si el camión ha estado funcionando con neumáticos “bajos”, no se debe estacionar en un edificio hasta que el neumático se enfríe. Si se debe cambiar un neumático, no se pare frente a la llanta y del anillo de fijación, al inflar el neumático montado en la máquina
- Elimine toda suciedad de la superficie del parabrisas, ventanas de la cabina, espejos y luces. Una buena visibilidad puede evitar accidentes.
- Ajuste el espejo retrovisor a una posición en que el operador pueda ver mejor desde el asiento. Si se quebrara cualquier vidrio o ampolleta, reemplácelos por partes nuevas.
- Asegúrese que las luces delanteras, las luces de trabajo y las luces traseras estén en buen estado de funcionamiento. Asegúrese que la máquina esté equipada con las luces de trabajo adecuadas necesarias para las condiciones de operación

Tomar a conciencia, todos los colaboradores de la empresa Distribuidora Cummins S.A.C para cumplir la meta propuesta.


Aprobado por: _____
(Supervisor General - Área de Mantenimiento)

Aprobado por: _____
(Jefe Del Área de Mantenimiento)

Elaborado por: _____
(Persona especializado del Tema) - Tecnico

Fuente Elaboración propia – 2019

Figura 21: Formato de Capacitación de inspección



FORMATO DE CAPACITACIÓN DE INSPECCIÓN

Se debera tener en cuenta los siguientes pasos para la respectiva inspección del Camion 730 - E - Komatsu:

- Cada Tecnico debe de tener su hoja de Check List
- Inspección de fugas de fluidos y gases en general
- Revisión de abrazaderas y ductos de admisión de aire
- Revisión de gomas y tensores de ductos de admisión
- Revisión de estado de mangueras de sistema de refrigeración
- Inspección de condición y tensión de correa del ventilador
- Inspección de estado de ventilador y rejillas de protección
- Inspección de condición y tensión correa del alternador 24V
- Inspección de condición y tensión correa del aire acondicionado
- Apriete de pernos en general y reposición de ser necesario
- Inspección de apriete de pernos del sistema de escape
- Inspección de estado de bellows y abrazaderas del sistema de escape
- Inspección de estado de mangueras y lineas de combustible
- Revisión de válvula check de combustible y linea de retorno
- Limpieza de tubos y mangueras de los respiraderos del carter
- Revisión de conexiones eléctricas e hidráulicas de bomba prelube
- Inspeccionar ajuste de soportes del motor y estado de gomas
- Verificación de concentración de refrigerante
- Verificación de engrase de soporte delantero del motor
- Revisión del estado de fijación de sistema Specto
- Revisión de conexiones del sistema SPECTO (cableado, antena)
- Inspección de estado del amortiguador de vibración
- Inspección de arnés electrico y conectores en general
- Medición de Juego Axial

Estos pasos se debera de tomar a conciencia para inspeccionar, con el compromiso de todos los colaboradores de la empresa Distribuidora Cummins S.A.C,

Aprobado por: _____
(Supervisor General - Área de Mantenimiento)

Aprobado por: _____
(Jefe Del Área de Mantenimiento)



Elaborado por: _____
(Persona especializado del Tema) - Tecnico

Fuente: Elaboración propia 2019

Check list de Actividades Rutinarias de Mantenimiento Autónomo

Seguidamente se realizo un check list del mantenimiento autónomo que el técnico deberá realizar a los camiones 730 – E.

Tabla 23: Check List de las actividades rutinarias

		Check List de diario del Equipo (Camion 730 - E, KOMATSU) - LAGUNAS NORTE PERÚ		
UNIDAD		FECHA DE INICIO		RESPONSABLES
SERIE DE CAMIÓN		HORA DE INICIO		
MANTENIMIENTO PROGRAMADO		FECHA DE CULMINACIÓN		
HORÓMETRO DEL CAMIÓN		HORA DE CULMINACIÓN		
HORÓMETRO DEL MOTOR		LUGAR DE ATENCIÓN		
TAREAS ANTES DEL BLOQUEO		SE REALIZO		OBSERVACIÓN
		SI	NO	
Verificar conectividad del sistema Specto (si aplica)				Transmite si / no
Descarga de informacion Cenca y Quantum				
Reseteo de trend data, star log y codigos				
Verificar funcionamiento de lucer de advertencias del motor				Operativo si / no
Verificacion de giro de motor hidraulico del eliminador (si aplica)				Gira si / no Tiempo.....min
Monitoreo de presión de pre-lube para arranque				Operativo si / no.....Valor.....psi
FILTROS DE AIRE		SE REALIZO		OBSERVACION
		SI	NO	
Inspección de indicadores de restriccion de filtros de aire				Operativo si / no ValorH2O
Inspección de housing y tapas de filtro de aire				
Inspección de sensores de restriccion				
Cambio de Filtros de aire primario				
Cambio de Filtrps de aire secundario				
NOTA: OBSERVACIONES ENCONTRADAS INFORMAS AL PERSONAL BARRICK PARA SU CORRECCIÓN GENERAL				
TOMA DE MUESTRAS, CAMBIOS DE FILTROS Y LUBRICANTES		Se Realizó		OBSERVACIÓN
		SI	NO	
Toma de muestras de combustible (si es requerido)				
Toma de muestra de aceite lubricante				
Corte de filtro de aceite				
Cambio de filtros de combustible				
Cambio de Filtros refrigerante				
Cambio de filtros de aceite lubricante de motor				
Cambio de papel centrifugo				
Cambio de aceite lubricante de motor				
Rellenos de líquido refrigerante o DCA4				
		<p>Aprobado por: _____ (Supervisor General - Área de Mantenimiento)</p> <p>Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento)</p> <p>Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Técnico</p>		

Fuente: Elaboración propia – 2019

2.7.3.3.11. Programa de Mantenimiento Planificado

Los pasos a seguir en el mantenimiento planificado según Cuatrecasas son:

- Realizar inventario de los equipos (fichas técnicas y datos técnicos)
- Ejecutar el programa de actividades (sea mensual o anual según lo que se necesite)
- Ejecutar las órdenes de trabajo
- Realizar las inspecciones autónomas
- Elaborar un registro histórico del mantenimiento

A) Inventario de la flota de camiones 730 – E / Komatsu – 15 equipos.

Tabla 24: Flota de inventarios de los Camiones Komatsu



Cummins Perú		FORMATO DE INVENTARIO DE EQUIPOS - FLOTA DE CAMIONES 730 - E (KOMATSU)					
I. DESCRIPCIÓN GENERAL.							
Cada equipo tiene asignado su serie, modelo y número de maquinaria para su respectiva identificación, para así facilitar y realizar el mantenimiento planificado al camión. Así mismo se está considerando el año de antigüedad y el estado de operación en el que está.							
II. INVENTARIO DE EQUIPOS.							
ÁREA	EQUIPOS	MARCA	NÚMERO DE EQUIPOS	SERIE	ANTIGÜEDAD	ESTADO	OBSERVACIÓN
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	1	A30292	5	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	2	A30328	6	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	3	A30329	4	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	4	A30304	5	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	5	A30305	3	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	6	A30306	5	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	7	A30307	4	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	8	A30308	3	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	9	A30309	3	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	10	A30384	3	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	11	A30409	5	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	12	A30351	4	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	13	A30642	6	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	14	A30300	2	OPERATIVO	
Mantenimiento	Camión	Komatsu 730 - E	15	A30299	2	OPERATIVO	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div style="width: 30%;"> Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento) </div> <div style="width: 30%;"> Aprobado por: _____ (Supervisor General - Área de Mantenimiento) </div> <div style="width: 30%;"> Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Técnico </div> </div>							

Fuente: Elaboración propia - 2019

En la tabla anterior se elaboró un formato de inventario con las series de los camiones, sus modelos y numeral para así facilitar y poderlos identificar.

Elaboración de la ficha técnica del camión Komatsu 730 – E

Tabla 25: Ficha técnica del Camión Komatsu 730 – E.

	FICHA TÉCNICA DEL CAMIÓN KOMATSU 730 - E		
	Nombre de la empresa:	Teléfono:	
	Ubicación:	Email:	
	Modelo:	Elaborado por:	
	CAMIÓN KOMATSU 730 - E.	Procedencia:	
	Área: Mantenimiento	Aprobado por:	
Capacidad de carga payload (TM): 181	Capacidad volumétrica tolva estándar: 148		
Potencias (hp): 2000	Peso vacío (TM): 180		
Peso cargado (TM): 328	Neumáticos: 37.00 R57		
Mandos: Eléctricos	Ancho(m): 7.14,		
Alto (m): 6.81	Largo (m): 13.7		
K	Familia de motores.		
T	Sistema de admisión de aire sobrealimentado con turbocompresores		
T	Cuatro turbocompresores.		
A	Sistema de admisión de aire enfriado con aftercoolers (postenfriadores)		
50	Cilindrada del motor (litros)		
2000	Potencia al freno en HP.		
A	Motor gobernado electrónicamente.		
Número de cilindros	16 cilindros en "V"		
Diámetro del pistón	59mm.		
Carrera	159mm.		
Potencia al freno	2,000 HP (1,492 kW)@ 1,900 RPM		
Potencia a la volante	1,860 HP (1,388 kW)@ 1,900 RPM		
Peso	11,670 lbs (5,294 kg)		
Arranque	Eléctrico, 2 motores de 24 v.		
Turbocompresores	2 Turbos de baja presión (delantero y posterior) y 2 Turbos de alta presión (izquierdo y derecho)		
Sistema de combustible	PT (presión - tiempo)		

Elaborado por: _____
 (Persona especializado del Tema) - Técnico

Aprobado por: _____
 (Supervisor General - Área de Mantenimiento)

Aprobado por: _____
 (Jefe Del Área de Mantenimiento)

Fuente: Elaboración propia - 2019

B) Programa de actividades de mantenimiento preventivo

En la actualidad no se da las actividades en un 100% por la falta de programaciones de actividades a seguir o por la falta de conocimiento de los técnicos en las intervenciones a los camiones es por ellos que se generará un programa de mantenimiento preventivo.

Tabla 26: Plan de actividades de mantenimiento preventivo.

<div><div>Cummins®</div><div>Perú</div></div>			PLAN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO			ÚLTIMO REGISTRO:		ÁREA:
			CAMIÓN KOMATSU 730 - E					MANTENIMIENTO
			Tareas / actividades de mantenimiento del Camión					
FECHA	EQUIPO	OT	FALLA REPORTADA	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	HORA INICIAL	HORA FINAL	TÉCNICOS	
01/05/2019	C - 01		FALLA DE MOTOR	DESMONTAJE DE MOTOR, MÓDULO DE POTENCIA Y ACONDICIONAMIENTO DE MOTOR ENTRANTE.	07:00	23:00	R.VALDERRAMA, JORGE AYALA, YAN GOMEZ.	
01/04/2019	PERFO - 04		PM	INSPECCION DE MOTOR, SE AJUSTÓ PERNOS DE LA TINA DEL CARTER FRONTAL DEL MOTOR (SE AJUSTÓ PERNOS DEL CÁRTER), FUGA DE ACEITE POR EMPAQUE DEL CABEZAL FILTRO DE ACEITE. NO SE CORRIGIO LA FUGA.	09:00	12:00	R.VALDERRAMA	
02/06/2019	C - 01		FALLA DE MOTOR	INSTALACION DE TUBOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION DEL MOTOR AL RADIADOR, IZAJE DE MODULO DE POTENCIA , MONTAJE DE PLATAFORMA , ESCALERAS , MONTAJE DE DUCTOS DE ADMISION, ESCAPE LINEAS DE ACEITE, REFRIGERANTE , COMBUSTIBLE , SISTEMA ELECTRICO LLENADO DE FLUIDOS, ARRANQUE DE MOTOR.	06.00	23:00	R.VALDERRAMA, JORGE AYALA, YAN GOMEZ.	
02/06/2019	PERFO - 02		SIDIO EN EL ACETE.	DRENAJE DE FLUIDOS, DESMONTAJE DE AFTERCOOLER, CAJA DE BALANCINES, RIELES DE ACEITE Y COMBUSTIBLE, DESMONTAJE DE CULATAS 1R-3R-5R y 6L, SE CAMBIO EMPAQUES Y SELLOS, INSTALACION DE CULATAS, CAJA DE BALANCINES, INYECTORES, RIELES Y BALANCINES.	12:00	21:30	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ, J AYALA	
02/06/2019	C - 11		PM	SE REALIZA DESCARGA DE DATA DE MOTOR, SE ANALIZA LA DATA OBSERVANDOSE ALATA TEMPERATURA EN EL CILINDRO #11, SE COODINA CON EL PERSONA DE MBM LAGUNAS NORTE PARA REALIZAR EL CAMBIO DE UNYECTOR, SE CALIBRA VALVULAS E INYECTOR DE MOTOR MOTOR OPEARTIVO.	10:00	15:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ	
02/06/2019	C - 02		ALTO BLOW-BY	SE REALIZO DES MONTAJE DE TAPAS DE BALANCINES, BALANCINES, INYECTORES, PARA MEDIR LA COMPRESION DE LOS 16 CILINDROS, AL MOMENTO DE MEDIR LA COMPRESION DE LOS CILINDROS NO SE ENCONTRO NINGUN CON BAJA PRESION, SE REALIZA EL ARMADO DE INYECTORES, BALANCINES Y CALIBRACION DE VALVULAS E INYECTORES.	08:00	23:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ	
07/07/2019	C - 02		RPM INESTABLE MOTOR	PERSONAL DE MBM REPORTA RPM DE MOTOR INESTABLE, SE REALIZA DESCARGA DE DATA CENSE OBSERVANDOSE QUE EN EL BANCO DERECHO LAS TEMPERATURAS DE LOS CILINDROS, ESTBA BAJO, SE DESMONTA LA TAPA DEL CILINDRO #6R OBSERNADOSE FALLA DEL INYECTOR, SE REALIZA EL CAMBIO DEL INYECTOR Y CALIBRACION DE VALVULA E INYECTOR, SE MONITOREA EN RUTA NO PRESENTANDO FALLAS, MOTOR OPERATIVO.	09:30	18:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ	
08/07/2019	C - 11		PARADA DE EMERGENCIA MOTOR	MOTOR NO ARRANCA, NO HAY COMUNICACIÓN CON EL ECM CENSE, SE REALIZA LIMPIEZA DE FUSIBLES DEL ECMs CENSE Y SI SE PUEDE COMUNICAR CON INSITE, MOTOR OPERATIVO	08:00	09:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ	
08/07/2019	C - 07		PARADA DE EMERGENCIA MOTOR	DESCARGA DE DATA N MOTOR, MOTOR SE ACELERA A 1300 RPM, SE REALIZA LIMPIEZA DEL CONECTOR DEL CENRY MOTOOR OPERATIVO	09:10	10:10	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ	
08/07/2019	C - 02		CODIGO DE FALLA EN CABINA	DESCARGA DE DATA DE MOTOR, OBSERVANDO CODIGO DE FALLA DEL SENSOR DE TEMPERATURA DE ACEITE MOTOR.	11:40	12:30	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ	

C - 19		RUIDO EXTRAÑO MOTOR.	SE REALIZA DESMONTAJE DE BALANCINES #1L, OBSERVADO LA CRUCETA DEL BALANCIN DE ESCAPE DESGASTADO, SE DESMONTA COMPONENTES COMO AFTERCOOLER LBF, CAJA DE BALANCINES, TUBOS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION, CULATA, SE REALIZA EL CAMBIO DE CULATA, ARMADO DE CAJA DE BALANCINES, CAMBIO DE INYECTOR, INSTALACION DE BALANCINES, INSTALACION DE AFTERCOOLER, TUBOS LTA, CALIBRACION DE VALVULAS E INYECTOR, MOTOR OPERATIVO.	09:00	23:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
PERFO - 04		FUGA DE ACEITE POR RETEN POSTERIOR	DESMONTAJE DE VOLANTE DE MOTOR, DESMONTAJE DE RETEN POSTERIOR DE MOTOR, INSTALACION DE RETEN POSTERIOR NUEVO, INSTALACION DE VOLANTE NUEVA DE MOTOR.	09:30	15:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
WA - 03		MOTOR NO ARRANCA	SE DESCARGA DATA CENSE Y QUANTUN, SE MONITOREA Y NO SE OBSERVA PRESION DE COMBUSTIBLE, SE REvisa LAS MANGUERAS DEL SISTEMA DE COMBUSTIBLE NO TENIAN COMBUSTIBLE, SE RELLENA COMBUSTIBLE Y SE PURGA EL SISTEMA DE COMBUSTIBLE, EL MOTOOR ARRANCA Y SE DA OPERATIVO.	07:30	09:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 10		LUZ MANTENIMIENTO EN LA CABINA DEL OPERADOR	SE REALIZA DESCARGA DE DATA DE MOTOR, SE OBSERVA CODIGO DE FALLA DE LA TERMOCUPLA #4L, CONECTOR DE TERMOCUPLA SULFATADO, SE REALIZA LIMPIEZA DEL HARNES DE LA TERMOCUPLA, CODIGO DE FALLA INACTIVO, SE RECETEA CODIGO DE FALLA INACTIVO, MOTOR OPERATIVO	09:30	12:30	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 04		DILUCION DE ACEITE MOTOR	SE DESMONTA TAPAS DE BALANCINES DE TODO EL MOTOR, SE CALIBRA VALVULAS E INYECTORES DE TODO EL MOTOR.	14:00	17:40	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 16		RUIDO EXTRAÑO MOTOR.	DESCARGA DE DATA CENSE Y ANALISIS DE DATA, SE INSPECCIONA EL MOTOR Y SE OBSERVA LA MANGUERA DE SALIDA DEL TURBO DE ALTA LADO IZQUIERDO ESTABA EN MALAS CONDICIONES SE CAMBIO LAS DOS MANUEAS DE LOS TURBOS DE ALTA RB Y LB, CAMBIO EMPAQUES DEL CROSSOVER LADO DERECHO.	07:30	09:30	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 02		ALARMA EN LA CABINA DEL OPERADOR	PERSONAL DE MBM PIDE APOYO PARA EVALUAR EL MOTOR, SE DESCARGA DATA CENSE , SE TENIA DATOS HERRONEOS POR SER EL ECMs DEL CAMION 08 , SE RECETEA EL ECMs, SE MONITOREA EN CAMPO, MOTOR NO PRESETA FALLA SE DA OPERATIVO EL MOTOR.	11:30	15:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 08		FALLA DE EJE DE LEVAS LB	SE REALIZO DRENAJE DE FLUIDOS, SE DESMONTA TREN DE BALANCINES LADO IZQUIERDO, DESMONTAJE DE REJILLAS DEL VENTILADOR	16:00	19:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 08		FALLA DE EJE DE LEVAS LB	DESMONTAJE DE GUARDAS DEL RADIADOR, DESMONTAJE DE MANGUERAS DEL SISTEMA DE REFRIGERACION, DESMONTAJE DE SOPORTES DEL RADIADOR, DESMONTAJE DEL RADIADOR DE MOTOR, DESMONTAJE DE LOS CANFOLLOWER, DESMONTAJE DEL DAMPER DE MOTOR, CUBIERTA DE ENGRANAJES, EJE DE LEVAS DE MOTOR.	05:00	19:00	R, VALDERRAMA, YAN GOMEZ
C - 02		PARADA DE EMERGENCIA MOTOR.	CODIGO ACTIVO DEL SENSOR DE BLOW-BY SE CAMBIO EL SENSOR, SE CORRIGE LA FALLA, CODIGO ACTIVO DEL SENSOR DE TEMPERATURA DEL SISTEMA DE REFRIGERACION DE MOTOR, SE CORIGE LA FALLA.	07:00	10:00	R. VALDERRAMA
C - 08		FALLA DE EJE DE LEVAS LB	LIMPIEZA DE COMPONENTES DE MOTOR, E INSTALACION DE EJE DE LEVAS DE MOTOR LADO LH, SINCRONIZACION DE MOTOR.	07:00	22:00	G. CALDERON, R. VALDERRAMA
C - 08		FALLA DE EJE DE LEVAS LB	SE INSTALARON LOS CABLES DEL MOTOR AL OEM, Y SE INSTALÓ FAJA DEL ALTERNADOR, SE INSPECCIONÓ AL MOTOR Y SE REALIZÓ COMUNICACIÓN QUEDANDO MOTOR OPERATIVO.	07:00	23:00	G. CALDERON, R. VALDERRAMA
C - 02		PM	DESCARGA DE DATA CENSE.	07:00	09:00	G. CALDERON
C - 19		VINO POR RESURS	SE AÑADIÓ EL ADITIVO DE RESURS 6 LITROS AL CARTER, INSPECCION Y PRUEBA DEL MOTOR.	07:00	11:00	R. VALDERRAMA, P. ROMERO
C - 02		ALTO BLOW-BY	MEDICION Y PRUEBA DE RETORNO DE LOS TURBOS DE ALTA LB Y RB	08:30	12:30	R. VALDERRAMA, P. ROMERO
C - 04		RAJADURA CARCASA DE AFTERCOOLR RBR	DRENAJE DE REFRIGERANTE MOTOR, DESMONTAJE TUBOS LTA, DESMONTAJE DEL ELEMENTO RBR, DESMONTAJE DE CARCASA FISURADA RBR, LIMPIEZA DE COMPONENTES DESMONTADOS, INSTALACION DE CARCASA NUEVA RBR, INSTALACION DEL ELEMENTO RBR, INSTALACION DE TUBOS LTA, LLENADO DE REFRIGERANTE MOTOR, MOTOR OPERATIVO.	16:00	20:30	R. VALDERRAMA, P. ROMERO, YAN GOMEZ.
C - 02		ALTO BLOW-BY	MEDICION Y PRUEBA DE RETORNO DE LOS TURBOS DE BAJA LH Y RH OK CON CAJA DE CARGA, SE CAMBIO TURBO DE ALTA LB, SE AGREGA AL ACEITE MOTOR EL ADITIVO RESURS 6 LITROS.	09:00	20:30	R. VALDERRAMA, P. ROMERO, YAN GOMEZ.



11/08/2019	PERFO - 02		PM	CAMBIO DE CULATA 1LB, CAMBIO DE EMPAQUE DE CAJA DE BALANCINES POR FUGA DE ACEITE, MOTOR OPERATIVO	11:30	20:40	I. SURICHAQUI, Y. GOMEZ
11/08/2019	C - 13		RENOVA - LLANTAS	DESCARGA DE DATA, ACTUALIZACION DE CALIBRACION ECM 2330 COD. EP60032.06	09:00	10:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 16		PM	DESCARGA DE DATA, ACTUALIZACION DE CALIBRACION ECM 2330 COD. EP60032.06	10:20	11:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 06		PM	DESCARGA DE DATA, ACTUALIZACION DE CALIBRACION ECM 2330 COD. EP60032.06	11:30	12:40	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	PC - 02		FUGA DE ACEITE MOTOR	INSPECCION DE MOTOR DIESEL, SE ENCONTRO FUGA DE ACEITE POR RETEN POSTERIOR DE CIGÜEÑAL, SE INFORMO A M5 PARA LA CORRECCION DE FUGA, NOTA: NO HAY RETEN EN STOCK MBM	18:00	19:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 01		PM	DESCARGA DE DATA, ACTUALIZACION DE CALIBRACION ECM 2330 COD. EP60032.06	08:00	08:40	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 10		INSPECCION	DESCARGA DE DATA, ACTUALIZACION DE CALIBRACION ECM 2330 COD. EP60032.06	09:40	10:20	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 02		CAMPO	EVALUACION POR NO COMUNICACIÓN, NO REGISTRO DE PARAMETROS, SE CORRIGIO EL PROBLEMA, SE MONITOREO, MOTOR OPERATIVO	15:40	17:40	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 01		LUZ AZUL	DESCARGA DE DATA Y EVALUACION POR CODIGO DE FALLA ACTIVO, REGISTRANDO CODIGO POR CORTOCIRCUITO EN EL SENSOR DE NIVEL DE ACEITE, SE CORRIGIO FALLA.	08:20	09:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 05		LUZ AMBAR	DESCARGA DE DATA Y EVALUACION DE CODIGOS DE FALLA (NINGUN)- FALLA REPORTADA FUE POR EQUIPO	10:30	11:10	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	PC - 02		CAMBIO DE MOTOR	ACONDICIONAMIENTO DE MOTOR, INSTALACION DE BOMBA DE COMBUSTIBLE, INSTALACION DE CAJA ECVA, ADAPTADOR DE VOLANTE.	11:45	20:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	PC - 02		CAMBIO DE MOTOR	MONTAJE DE MOTOR DIESEL, MONTAJE AJUSTE DE SOPORTES, INSTALACION DE COMPONENTES PERIFERICOS DE MOTOR- EQUIPO(MANGUERAS DE REFRIGERANTE, ACEITE, COMBUSTIBLE, DUCTOS DE AIRE ADMISION-ESCAPE)	07:00	23:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	PC - 02		CAMBIO DE MOTOR	LLENADO DE FLUIDOS REFRIGERANTE-ACEITE, CONFIGURACION DE MODULO CENSE QUANTUM, ARRANQUE INICIAL, PRUEBAS DE MOTOR, VERIFICACION DE FUGAS-NIVELES, MOTOR OPERATIVOS.	05:00	20:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 07		INSPECCION	INSPECCION DE MOTOR - SISTEMA DE ADMISION POR CONTAMINACION DE SILICIO EN EL ACEITE	11:00	12:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 02		CAMPO	DESCARGA DE DATA CENSE EVALUACION DE DATA	09:00	09:40	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 03		CAMPO	DESCARGA DE DATA CENSE EVALUACION DE DATA	10:00	10:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 10		ALTA TEMPERATURA DE MOTOR	DESCARGA DE DATA CENSE EVALUACION DE DATA, SE ENCONTRO FALLA EN EL SISTAME DE VENTILACION-ELECTROVALVULA DEL VENTILADOR, SE ENCONTRO FALLA EN LA VALVULA EFC SE INFORMO PARA SU CAMBIO.	10:40	12:20	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019	C - 03		CAMBIO DE MOTOR DIESEL-ALTERNADOR PRINCIPAL	DESMONTAJE DE COMPONENTES PERIFERICOS, DRENAJE DE FLUIDOS, DESMONTAJE DE SOPORTES DE MODULO, DESMONTAJE DE LINEAS ELECTRICAS, DESMONTAJE Y UBICACIÓN DE MODULO DE POTENCIA, DESMONTAJE DE ALTERNADOR PRINCIPAL	07:30	21:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ, W.BOZA, I.SURICHAQUI
11/08/2019	PERFO - 04		PM CAMPO	INSPECCION DE MOTOR POR FUGA DE ACEITE, SE OBSERVO FUGA DE ACEITE POR RETEN POSTERIOR DE CIGÜEÑAL, SE INFORMO A LIDER DE EQUIPO PARA SU PROGRAMACION DE CAMBIO.	15:00	19:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
11/08/2019				CURSO DE MANEJO			R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
03/08/2019	C - 05		PM	DESCARGA DE DATA CENSE, INSPECCION DE MOTOR DIESEL	09:30	13:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
04/08/2019	PC - 02		PM	DESCARGA Y EVALUACION DE DATA CENSE	10:30	11:30	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
05/08/2019	C - 12		PM	DESCARGA DE DATA INSPECCION DE MOTOR DIESEL	11:20	12:00	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
06/08/2019	C - 08		INSPECCION	DESCARGA DE DATA CENSE, ACTUALIZACION DE CALIBRACION ECM 2330 EP60032.06	15:30	16:10	R.VALDERRAMA, Y.GOMEZ
<div> Aprobado por: _____ (Jefe Del Area de Mantenimiento) </div> <div> Aprobado por: _____ (Supervisor General - Area de Mantenimiento) </div> <div> Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Tecnico </div>							

Fuente: Elaboración propia - 2019

C) EJECUCIÓN DE LAS ÓRDENES DE TRABAJO

Aquí se establecieron los formatos de las órdenes de mantenimientos para los camiones. Este recoge información de los trabajos ejecutados de mantenimientos preventivos de como se efectuaron. Se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 27: Orden de trabajos de Mantenimiento.


ÓRDENES DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO						N°017-017
				BACKLOG		
EQUIPO	HÓROMETRO	PRIORIDAD (Lead Time)				LOGÍSTICO
A30305		X	NORMAL(15)DIAS	GARANTIA		
			URGENTE(7)DIAS	SERVICIO	x	
			EMERGENCIA(MAQUINAPARADA)	OTROS		
DATOS DE MOTOR - EQUIPO						
MOTOR	SERIE	CPL	MD. EQUIPO		MARCA	
K2000E	33157280		A30305		KOMATSU	
OBSERVACIONES EN EL MOTOR DIESEL						
RAJADURA EN CARCASA AFTERCOOLER RBR						
RECOMENDACIONES						
CAMBIO DE CARCASA AFTERCOOLER RBR						
ÍTEM	N°PARTE	CANT.	DESCRIPCIÓN		REF.	OBSERVACION
1	3627378	1	CARCASA DE AFTERCOOLER			
2	3047665	1	EMPAQUE DE CROSSOVER			
3	3179028	2	EMPAQUE UNION AFTERCOOLER			
4	206277	4	EMPAQUE LUMBRERA DE ADMISIÓN			
5	3014304	8	SELLOS RECTANGULARES			
6	3627381	1	SELLO RECTANGULAR ADMISIÓN			
7	3627382	1	SELLO DEL CORE			
8	3033915	4	ORIN PASE DE AGUA			
						
Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento)						
Aprobado por: _____ (Supervisor General - Área de Mantenimiento)						
ELABORADO		V°B° SUPERVISOR DCP		RECEPCIÓN CONFIABILIDAD		
RAUL BALTOIANO		GIANCARLO CALDERON				
FECHA:	13/09/2020					

Fuente: Elaboración propia - 2019

D. Inspecciones Autónomas

Una vez que se ejecutan las órdenes de trabajo de mantenimiento se deberán realizar las inspecciones autónomas. La finalidad de este formato es llenarlo constantemente para garantizar la productividad de la flota de camiones komatsu 730 – E como producto de la implementación del TPM.

Tabla 28: Ficha de inspecciones diarias para el mantenimiento de la flota de camiones komatsu 730 – E.

		Ficha de inspecciones diarias para los mantenimientos de la flota de Camiones Komatsu 730 - E	
		Unidad Minera Lagunas Norte	
Empresa:		Elaborado por:	
Técnico:		Área:	
Fecha:		Aprobado por:	
CONTROL DE INGRESO Y SALIDA DE MATERIALES			
Fecha Ingreso:...../...../..... Hora:..... Fecha Salida:...../...../..... Hora:.....			
Por intermedio del presente solicito el ingreso y salida de los siguientes materiales:			
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD
Propietario:		Compañía:	
FIRMA:			
OBSERVACIONES:			
Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento)		Aprobado por: _____ (Supervisor General - Área de Mantenimiento)	


Fuente: Elaboración propia - 2019

2.7.4. Resultado de la propuesta de mejora – post test

A) Variable dependiente: Productividad

Dimensión De Eficiencia

Tabla 29. Medición de la dimensión de la eficiencia después.


 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA EFICIENCIA - POST - TEST				
Supervisor:			Fecha: 1/04/2019 al 30/06/2019	
Jefe de Área:			Proceso: Toma de tiempos de las trabajas de camiones	
Departamento: Área de mantenimiento			Datos: Evaluación de la mejora de la productividad	
Mes	SEMANAS	tiempo útil de trabajo efectivo de la flota de camiones (horas)	Tiempo total de la flota de camiones (horas)	% Eficiencia
Abril, Mayo y Junio -2019	1	2200	2310	0,95
	2	2100	2310	0,91
	3	2150	2310	0,93
	4	2300	2310	1,00
	5	2250	2310	0,97
	6	2200	2310	0,95
	7	2180	2310	0,94
	8	2200	2310	0,95
	9	2150	2310	0,93
	10	2280	2310	0,99
	11	2290	2310	0,99
	12	2200	2310	0,95
	PROMEDIO			96%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la tabla anterior podemos verificar que en los tiempos útiles de trabajo efectivo de la flota de camiones aumentó siendo el promedio total de eficiencia de 96 %.

- **Dimensión Eficacia**

Tabla 30. Medición de la dimensión de la eficacia después.

 FICHA DE RECOLECCIÓN +C3:K24 DE DATOS DE LA EFICACIA - POST - TEST				
Supervisor:			Fecha: 2/01/2019 al 31/03/2019	
Jefe de Área:			Proceso: CANTIDADES DE TONELADAS MATERIA REMOVIDA - TRASLADADA	
Departamento: Área de mantenimiento			Datos: Evaluación de la mejora de la productividad	
Mes	SEMANAS	Cantidad de material trasladado (TONELADAS)	Cantidad total de material a ser trasladado programado (TONELADAS)	% Eficacia
Abril, Mayo y Junio -2019	1	16.500.000.000	16.632.000.000	0,99
	2	16.600.000.000	16.632.000.000	1,00
	3	16.200.000.000	16.632.000.000	0,97
	4	15.900.000.000	16.632.000.000	0,96
	5	16.430.000.000	16.632.000.000	0,99
	6	16.500.000.000	16.632.000.000	0,99
	7	15.470.800.900	16.632.000.000	0,93
	8	15.500.600.800	16.632.000.000	0,93
	9	16.600.350.854	16.632.000.000	1,00
	10	16.400.870.000	16.632.000.000	0,99
	11	16.500.150.000	16.632.000.000	0,99
	12	16.500.400.200	16.632.000.000	0,99
	PROMEDIO			98%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la anterior tabla podemos denotar que las toneladas removidas aumentaron gracias a la aplicación del TPM pues se incrementó el trabajo de los camiones obteniendo un promedio total en la eficacia de 98 %. En la comparación del antes y el después, podemos ver que hubo una mejora entendiéndose que la aplicación del TP dio resultados.


Productividad antes = $0.87 * 0.92 = 80.04 \%$

Productividad después = $0.91 * 0.98 = 89.18 \%$

Productividad Después

Con los resultados de las dimensiones de eficiencia y eficacia del después se procesó la información de la productividad.

Tabla 31: Productividad después del aplicar el mantenimiento productivo total

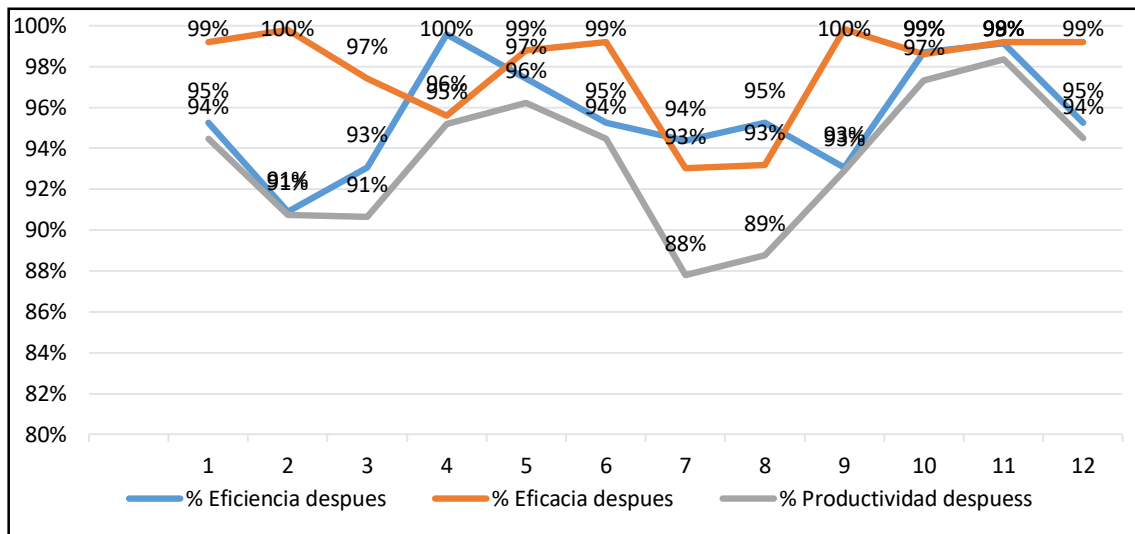
 FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LA PRODUCTIVIDAD - POST - TEST				
Supervisor:		Fecha: 1/04/2019 al 30/06/2019		
Jefe de Área:		Proceso: Cantidades de toneladas materia removida - trasladada		
Departamento: Área de mantenimiento		Datos: Evaluación de la mejora de la productividad		
Mes	SEMANAS	% EFICIENCIA	% EFICACIA	% PRODUCTIVIDAD
Abril, Mayo y Junio -2019	1	0,95	0,99	0,94
	2	0,91	1,00	0,91
	3	0,93	0,97	0,91
	4	1,00	0,96	0,95
	5	0,97	0,99	0,96
	6	0,95	0,99	0,94
	7	0,94	0,93	0,88
	8	0,95	0,93	0,89
	9	0,93	1,00	0,93
	10	0,99	0,99	0,97
	11	0,99	0,99	0,98
	12	0,95	0,99	0,94
PROMEDIO				93%

Fuente: Elaboración propia – 2019

En la tabla 31 se muestra la productividad de la compañía Distribuidora Cummins Perú S.A.C post TPM que fue del 93 %, por lo que podemos decir que la productividad de los camiones mejoró.

En las figuras 22 y 23 observaremos la mejora de la eficiencia, eficacia y la productividad a lo largo de su evaluación de 12 semanas.

Figura 22. Gráfico de líneas de la productividad después de implementar el TPM



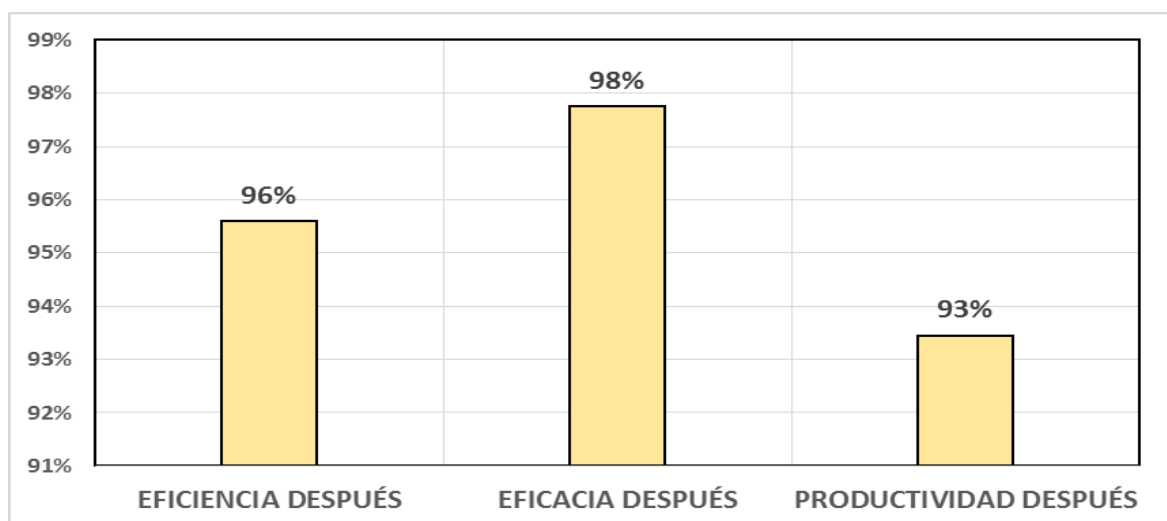
Fuente: Elaboración propia – 2019

Tabla 32. Promedio de eficiencia, eficacia y productividad después de ejecutar el mantenimiento productivo total.

PROMEDIO	EFICIENCIA DESPUÉS	EFICACIA DESPUÉS	PRODUCTIVIDAD DESPUÉS
	96%	98%	93%

Fuente: Elaboración propia – 2019

Figura 23. Gráfico de barras de la productividad después de aplicar el mantenimiento productivo total.




Fuente: Elaboracion propia – 2019

Data post test de las dimensiones de confiabilidad y disponibilidad de la variable independiente – TPM

Dimensión de la confiabilidad (Post- Test)

Después de haberse ejecutado el mantenimiento productivo total se realizó la medición de la dimensión de confiabilidad (post – test) con un resultado de 94.1 % en promedio de las mediciones que fueron ejecutadas. Ver tabla 33.

Tabla 33: Medición de la dimensión de la confiabilidad después


<div><div></div></div>						
FÓRMULA DE LA DIMENSIÓN DE CONFIABILIDAD		<div><div>Confiabilidad = $\frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}}$</div><div>* 100</div></div>				
		MTBF = Tiempo medio entre fallas (Tempo de operación / Número de fallas)				
		TMPR (MTR): Tiempo promedio para reparación (Tiempo de reparación / Número de fallas)				
Departamento:		Fecha:	1/04/19 al 30/06/19			
Jefe de Área:		Proceso:				
Supervisor:		Datos:	MTBF - MTTR			
MEDICIÓN DEL LA DIMENSIÓN DE CONFIABILIDAD DEL LA V.I (POST - TEST)						
EMPRESA DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C.						
Semanas	INDICADOR CONFIABILIDAD PRE - TEST					
	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	NÚMERO DE FALLAS	MTBF	T.T. DE REPARACIÓN (HORAS)	MTTR	CONFIABILIDAD DESPUÉS
1	154	7	22,00	10,15	1,45	0,94
2	154	8	19,25	10,8	1,35	0,93
3	154	7	22,00	8,8	1,25	0,95
4	154	7	22,00	9,8	1,4	0,94
5	154	7	22,00	10,15	1,45	0,94
6	154	8	19,25	11,20	1,40	0,93
7	154	6	25,67	9,00	1,5	0,94
8	154	7	22,00	10,50	1,5	0,94
9	154	7	22,00	9,9	1,42	0,94
10	154	6	25,67	8,10	1,35	0,95
11	154	7	22,00	9,8	1,4	0,94
12	154	7	22,00	8,8	1,25	0,95
PROMEDIO						94,1%

Fuente: Elaboración propia – 2019

Dimensión de la disponibilidad (Post- Test)

Después de haberse recogido la data de la dimensión de disponibilidad post test los resultados obteniendo muestran un incremento del orden del 93.7 %.

Tabla 34: Medición de la dimensión de Disponibilidad después.

			
FÓRMULA DE LA DIMENSIÓN DE DISPONIBILIDAD		$DSP = \frac{\text{Tiempo Total de operación (HRS)} - \text{horas muertas por paradas por averías o fallas (horas)}}{\text{Tiempo Total de operación (HRS)}} \times 100$	
Departamento:		Fecha:	2/01/19 al 31/03/19
Jefe de Área:		Proceso:	
Supervisor:		Datos:	Tiempos totales de operación y horas muertas por averías
MEDICIÓN DEL LA DIMENSIÓN DE DISPONIBILIDAD DEL LA V.I (POST - TEST)			
EMPRESA DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C.			
Semanas	INDICADOR DISPONIBILIDAD PRE - TEST		
	TIEMPO TOTAL DE OPERACIÓN (HORAS)	TIEMPO MUERTO TOTAL (HORAS)	DISPONIBILIDAD DESPUÉS
1	154	10,15	0,93
2	154	10,8	0,93
3	154	8,8	0,94
4	154	9,8	0,94
5	154	10,15	0,93
6	154	11,2	0,93
7	154	9,00	0,94
8	154	10,5	0,93
9	154	9,9	0,94
10	154	8,1	0,95
11	154	9,8	0,94
12	154	8,75	0,94
PROMEDIO			93,7%

Fuente: Elaboración propia – 2019

2.7.5 Análisis Económico Financiero

La implementación del TPM en el área de mantenimiento ha generado ahorro económico para la empresa. En lo que a continuación se detallara los siguientes cuadros y resumen

2.7.5.1 Análisis costo - beneficio.

Tabla 35. Cuadro generados costo / para de mantenimiento de camiones

	Costo de la propuesta	flujo de Beneficios
costo / beneficio	S/. 54.434,00	S/. 1.930,69
realacion beneficios / costo	S/. 28,19	

Fuente: Elaboración propia - 2019


En la tabla 28 muestra la relación costo – beneficio respecto a la aplicación de la propuesta de mejora y el beneficio que esta deja

2.7.5.2. VAN y TIR

Para conocer la rentabilidad del proyecto, se realizó el cálculo del VAN y el TIR que mide la rentabilidad del proyecto; se tiene que si la TIR es mayor a la tasa de descuento, el proyecto detalla una rentabilidad aceptable. Dichos indicadores, se proyectaron a un año a una de descuento del 12%.

Acorde a la tabla, tenemos un VAN de S/ 103.307,92 soles, que es mayor a 0, por lo cual es recomendable invertir en esta herramienta de aplicación; respecto a la tasa interna de retorno se obtuvo una tasa de 97% la cual es mayor a la tasa de descuento 12% por lo tanto el proyecto es rentable. La tabla adjunta detalla el VAN y el TIR.

Tabla 36. Valor actual neto y tasa interna de retorno de la aplicación del mantenimiento productivo total a la flota de camiones

		2019				2019							
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ahorros por mantenimiento correctivo de Camiones		S/. 8.505,00	S/. 4.252,50	S/. 4.253,50	S/. 4.254,50	S/. 4.255,50	S/. 4.256,50	S/. 4.257,50	S/. 4.258,50	S/. 4.259,50	S/. 4.260,50	S/. 4.261,50	S/. 4.262,50
Ahorros por las paradas de Camiones de camiones		S/. 9.239,36	S/. 9.240,36	S/. 9.241,36	S/. 9.242,36	S/. 9.243,36	S/. 9.244,36	S/. 9.245,36	S/. 9.246,36	S/. 9.247,36	S/. 9.248,36	S/. 9.249,36	S/. 9.250,36
Ahorro producto de la propuesta de mejora		S/. 17.744,36	S/. 13.492,86	S/. 13.494,86	S/. 13.496,86	S/. 13.498,86	S/. 13.500,86	S/. 13.502,86	S/. 13.504,86	S/. 13.506,86	S/. 13.508,86	S/. 13.510,86	S/. 13.512,86
Costo mantenimiento propuesta de mejora para los camiones		-S/. 3.500,00	-S/. 3.499,00	-S/. 3.498,00	-S/. 3.497,00	-S/. 3.496,00	-S/. 3.495,00	-S/. 3.494,00	-S/. 3.493,00	-S/. 3.492,00	-S/. 3.491,00	-S/. 3.490,00	-S/. 3.489,00
Total de ahorros generados por la implementacion de la propuesta a la flota de camiones		S/. 14.244,36	S/. 9.993,86	S/. 9.996,86	S/. 9.999,86	S/. 10.002,86	S/. 10.005,86	S/. 10.008,86	S/. 10.011,86	S/. 10.014,86	S/. 10.017,86	S/. 10.020,86	S/. 10.023,86
Costo de implementacion propuesta de mejora	-S/. 12.500,00												
Flujo económico	-S/. 12.500,00	S/. 14.244,36	S/. 9.993,86	S/. 9.996,86	S/. 9.999,86	S/. 10.002,86	S/. 10.005,86	S/. 10.008,86	S/. 10.011,86	S/. 10.014,86	S/. 10.017,86	S/. 10.020,86	S/. 10.023,86
VAN	S/. 103.307,92												
TIR	97%												

Fuente: Elaboración propia - 2019

III. RESULTADOS

3.1 Análisis descriptivo

Se empleó el SPSS para hallar la media, mediana y desviación típica, la asimetría y la curtosis de los datos.

3.1.1 Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia de la variable dependiente Productividad

La tabla adjunta resume el procesamiento de datos de la eficiencia de la variable dependiente.

Tabla 37: Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de eficiencia

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICIENCIA_ANTES	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
EFICIENCIA_DESPUÉS	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS

De la anterior tabla, tenemos que fueron 12 los datos introducidos tanto para el antes y después de la eficiencia, teniéndose al 100% de los datos procesados.

Tabla 38: Análisis descriptivo de la dimensión de la eficiencia

DESCRIPTIVOS		Estadístico
EFICIENCIA_Antes	Media	,8675
	Mediana	,8650
	Desviación estándar	,06784
	Asimetría	-,160
	Curtosis	-1,286
EFICIENCIA_Despues	Media	,9550
	Mediana	,9500
	Desviación estándar	,02747
	Asimetría	,284
	Curtosis	-,688

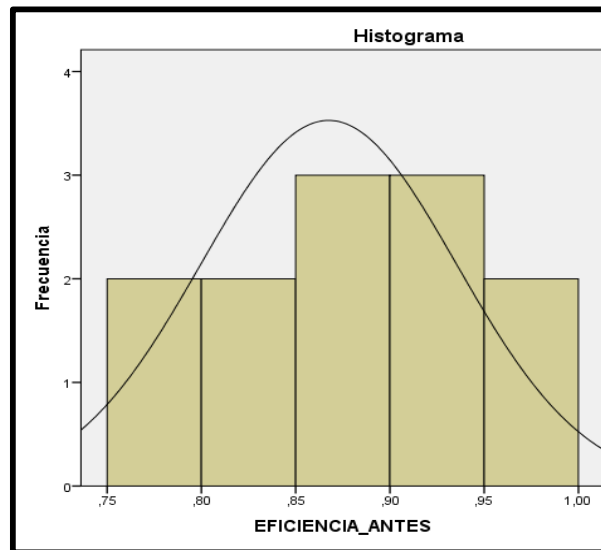
Fuente: SPSS

La tabla 38, muestra que la media de la eficiencia antes, pre test, fue de 0,8675 y 0,9550 en el después (pos test) y al ser la eficiencia un indicador de análisis que posibilita el incremento

de la productividad, se puede señalar que este índice mejoró en 10.08 %; además la desviación estándar ha disminuido en 0,04037 es decir los dato de la base respectiva para el después (post tet) están más cercanos a la media.

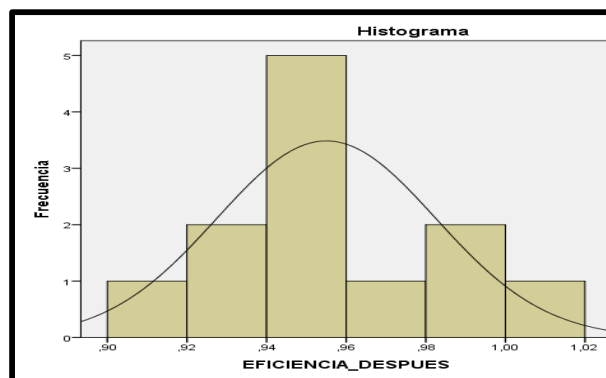
Las figuras 24 y 25, muestra el histograma que detalla la curva normal de la eficiencia referida a los valores de la tabla 37.

Figura 24: Curva normal de la eficiencia antes



Fuente: SPSS

Figura 25: Curva normal de la eficiencia después



Fuente: SPSS

3.1.2. Análisis descriptivo de la dimensión de eficacia de la variable dependiente de productividad

Se detalla el resumen del procesamiento de los datos de la dimensión de eficacia de la

variable productividad.

Tabla 39: Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de eficacia

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
EFICACIA_ANTES	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
EFICACIA_DESPUÉS	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS

La tabla 39 muestra que se procesaron el 100% de los 12 datos registrados tanto para el pre como el post test. Se detalla a continuación el análisis descriptivo de la eficacia

Tabla 40: Análisis descriptivo de la dimensión de eficacia

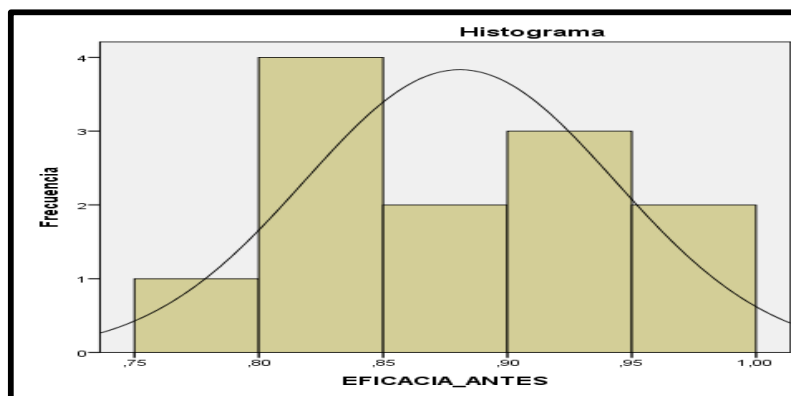
DESCRIPTIVOS		Estadístico
EFICACIA_ANTES	Media	,8808
	Mediana	,8700
	Desviación estándar	,06244
	Asimetría	,348
	Curtosis	-1,086
EFICACIA_DESPUÉS	Media	,9775
	Mediana	,9900
	Desviación estándar	,02491
	Asimetría	-1,310
	Curtosis	,444

Fuente: SPSS

Tomando lo que muestra la tabla 40, tenemos que la media de la eficacia en el pre test tenía un valor de 0,8808; en el post test; este valor fue de 0,9775 y siendo que el TPM posibilita mejorar la eficacia, podemos inferir que el índice de eficacia ha mejorado en 10.97 % y obteniéndose además una disminución de la desviación estándar en 0.03753; tenemos pues que la base de datos del post test está más cercana a la media.

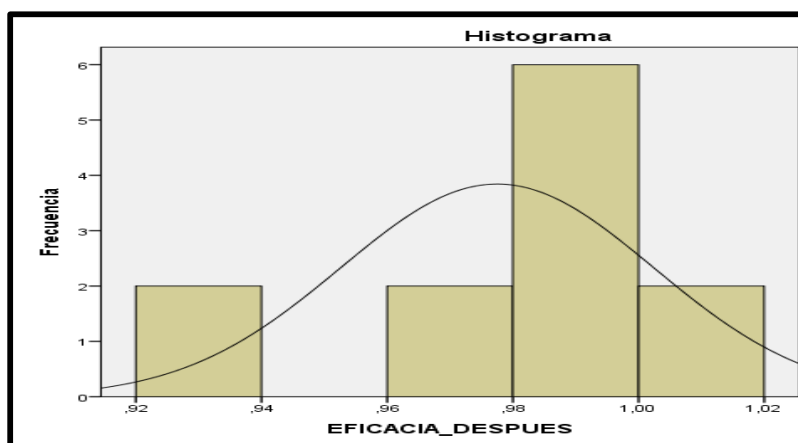
Las figuras 26 y 27 detallan el histograma los que incorporan la curva normal de la eficiencia; esto para demostrar los valores de la tabla 39.

Figura 26: Curva normal de la eficacia antes



Fuente: SPSS

Figura 27: Curva normal de la eficacia después



Fuente: SPSS

3.1.3. Análisis descriptivo de la variable dependiente productividad

Se analiza, en los párrafos siguientes, el procesamiento de los datos de la variable dependiente productividad.

Tabla 41: Resumen de procesamiento de datos de productividad

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PRODUCTIVIDAD_ANTES	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS

De la tabla anterior, observamos que el 100% de los 12 los datos de la productividad fueron procesados tanto para el pre test como el post test. A continuación, se detalla el análisis descriptivo de la productividad.

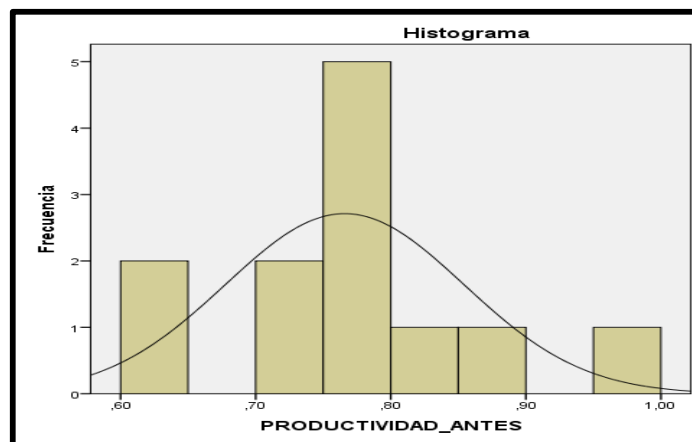
Tabla 42: Análisis descriptivo de la variable dependiente productividad

DESCRIPTIVOS		Estadístico
PRODUCTIVIDAD_ANTES	Media	,7658
	Mediana	,7650
	Desviación estándar	,08826
	Asimetría	,442
	Curtosis	,832
PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	Media	,9333
	Mediana	,9400
	Desviación estándar	,03085
	Asimetría	-,309
	Curtosis	-,666

Fuente: SPSS

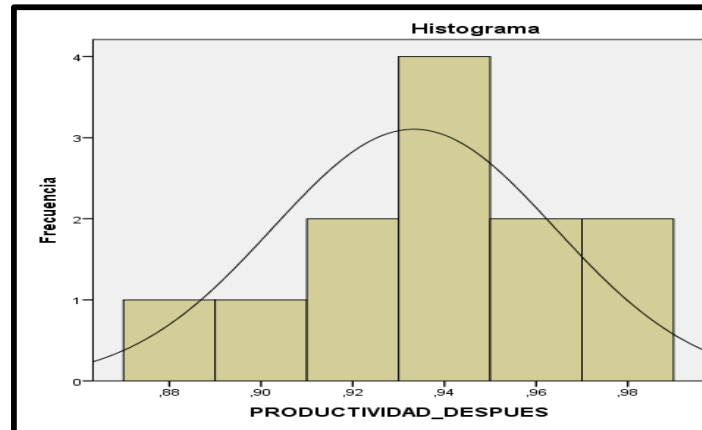
La tabla 6, muestra que la media de la productividad fue de 0,7658 y 0,9333 para el pre y post test. Respecto al índice de la productividad, este mejoró en 21.87 % y se observa una disminución de la desviación estándar en el orden de 0,05741, es decir que la base de datos del post test está más cercanos a la media. Las figuras 28 y 29 muestran el histograma con la curva normal de la eficiencia para demostrar los valores de la tabla 41.

Figura 28: Curva normal de la productividad antes



Fuente: SPSS

Figura 29: Curva normal de la productividad después



Fuente: SPSS

3.1.4 Análisis descriptivo de la dimensión de la confiabilidad de la variable independiente del mantenimiento productivo total.

Tabla 43: Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de confiabilidad

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CONFIABILIDAD.antes	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
CONFIABILIDAD.Después	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS

La tabla anterior muestra que se procesó el 100% de los datos tanto para el pre y post test.

Tabla 44: Análisis descriptivo de la dimensión de la confiabilidad

DESCRIPTIVOS		Estadístico
CONFIABILIDAD.Antes	Media	,8617
	Mediana	,8500
	Desviación estándar	,01749
	Asimetría	1,408
	Curtosis	,917
CONFIABILIDAD.Después	Media	,9408
	Mediana	,9400
	Desviación estándar	,00669
	Asimetría	-,086
	Curtosis	-,190

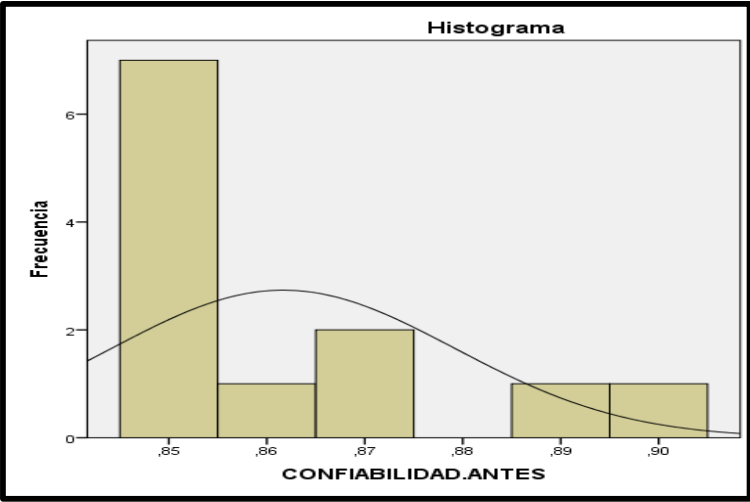
Fuente: SPSS

La tabla 44, muestra que la media de la confiabilidad en el pre y post test fueron de 0,8617 y 0,9408. Esto refleja mejoras en la confiabilidad. El índice muestra una mejora del 9,08 %

y una disminución en 0,0108 en la desviación estándar. Los datos del post test están más cercanos a la media.

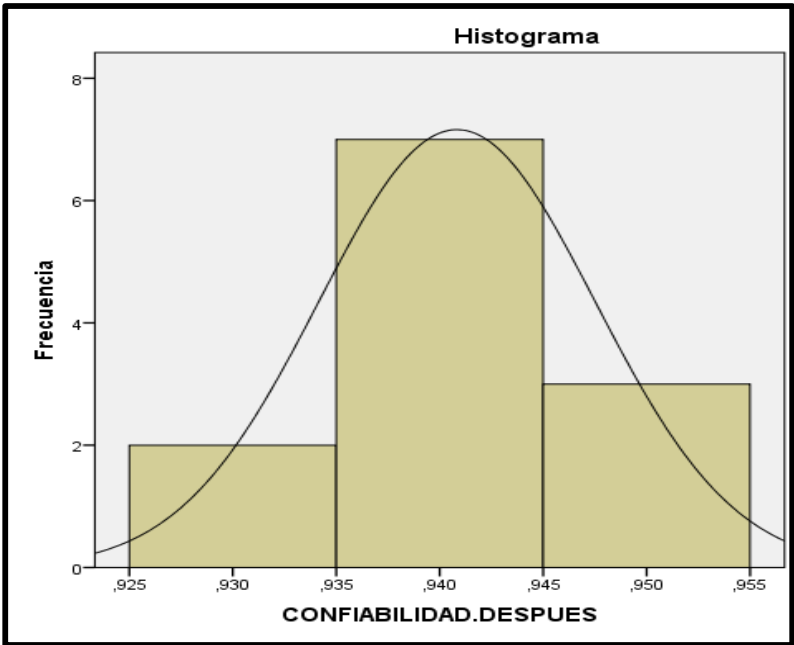
Las figuras 30 y 31 muestran el histograma con curva normal de la eficiencia para demostrar los valores de la tabla 43.

Figura 30: Curva normal de la confiabilidad antes



Fuente: SPSS

Figura 31: Curva normal de la confiabilidad después



Fuente: SPSS

3.1.2. Análisis descriptivo de la dimensión de la Disponibilidad de la variable independiente del mantenimiento productivo total

Tabla 45: Resumen del procesamiento de datos de la dimensión de la disponibilidad

Resumen de procesamiento de casos						
	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
DISPONIBILIDAD.ANTES	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%
DISPONIBILIDAD.DESPUÉS	12	100,0%	0	0,0%	12	100,0%

Fuente: SPSS

De la tabla anterior, debemos señalar que se procesaron el 100% de los datos procesados y la tabla adjunta muestra el análisis descriptivo de la disponibilidad del equipamiento.

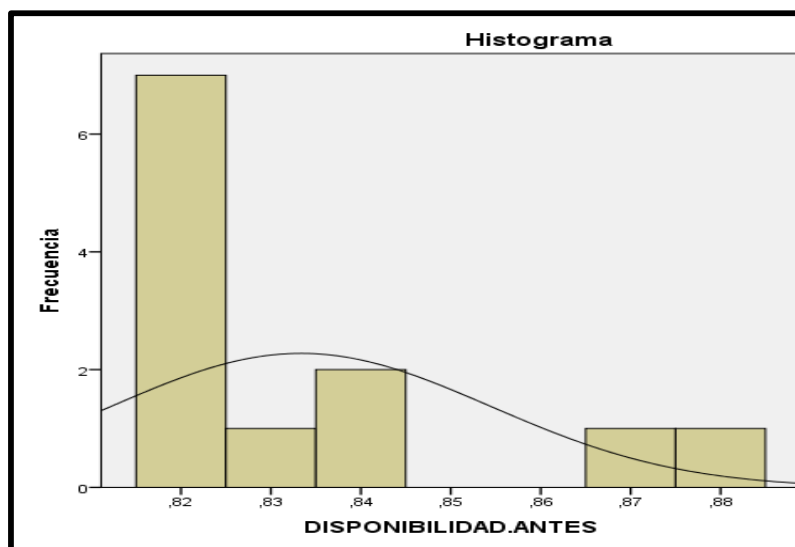
Tabla 46: Análisis descriptivo de la dimensión de la disponibilidad

DESCRIPTIVOS		Estadístico
DISPONIBILIDAD.ANTES	Media	,8333
	Mediana	,8200
	Desviación estándar	,02103
	Asimetría	1,581
	Curtosis	1,421
DISPONIBILIDAD.DESPUÉS	Media	,9367
	Mediana	,9400
	Desviación estándar	,00651
	Asimetría	,439
	Curtosis	-,337

Fuente: SPSS

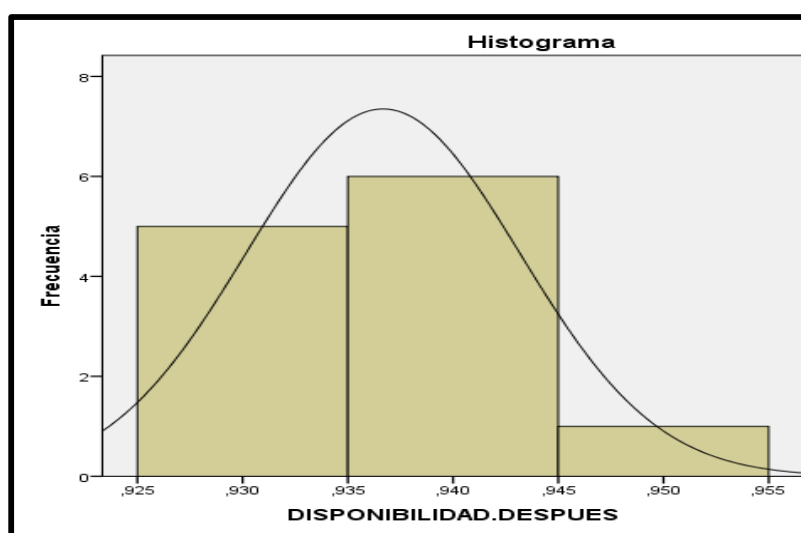
La tabla 46, detalla que la media de la disponibilidad fue de 0,8333 y 0,9367 para el pre y post test. Dado que la disponibilidad es una herramienta de análisis que ayuda en el desarrollo del TPM, tenemos que el índice ha mejorado en 12.40 % y que la desviación estándar ha disminuido en 0.01452; esto es que la base de datos del post test está más cercana a la media. Las figuras 32 y 33 detallan el histograma con la curva normal de la eficiencia que recoge los valores de la tabla 45.

Figura 32: Curva normal de la disponibilidad antes



Fuente: SPSS

Figura 33: Curva normal de la disponibilidad después



Fuente: SPSS

3.2 Análisis inferencial

Comprenderá las pruebas de la hipótesis general y específicas

3.2.1. Análisis inferencia de la hipótesis general

Ha: La aplicación del TPM incrementa la productividad del área de mantenimiento en la flota de camiones Komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.

Para contrastar la hipótesis general, se procedió a determinar si la serie de datos tiene un

comportamiento paramétrico. Debido a que se tiene 12 datos, nuestra muestra es menor a 30. Esto, se utilizará el estadígrafo Shapiro Wilk.

Por ende, se ejecutará la siguiente regla de decisión:

- Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{\text{valor}} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 47: Prueba de normalidad de la productividad con Shapiro wilk

Prueba de Normalidad	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
PRODUCTIVIDAD_ANTES	,949	12	,627
PRODUCTIVIDAD_DESPUÉS	,962	12	,815

Fuente: SPSS

De la tabla 47, se puede verificar que el p_{valor} de la productividad antes y después es de 0.627 y 0.815 respectivamente, en la primera significancia se obtiene un valor por encima a 0.05, alcanzando datos paramétricos y en la segunda sig. se tiene un valor mayor a 0.05, alcanzando de la misma forma datos paramétricos. Por ende, se empleará la prueba del T - Student para la contrastación de hipótesis.

3.2.2 Contrastación de la hipótesis general

- **H₀**: Aplicación del tpm no incrementa la productividad del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.
- **H_a**: Aplicación del TPM para incrementar la productividad del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.

Con ello, se aplicará la siguiente regla de decisión:

- H_0 : $\text{Prod}_a \geq \text{Prod}_d$
- H_a : $\text{Prod}_a < \text{Prod}_d$

Donde:

Prod_a : Productividad antes

Prod_d : Productividad después

Tabla 48: Comparación de medias de la productividad antes y después con T – Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	PRODUCTIVIDAD_ANTES	,7658	12	,08826	,02548
	PRODUCTIVIDAD_DESPUES	,9333	12	,03085	,00890

Fuente: SPSS

En la tabla 48, se ha confirmado que la media de la productividad antes (0.7658) es menor que la media de la productividad después (0.9333), por ende, no se cumple $H_0: \text{Prod}_a \geq \text{Prod}_d$, en tal sentido se rechaza la hipótesis nula de que la aplicación del TPM no incrementa la productividad del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E por consiguiente, se acepta la hipótesis alterna; esto es que la aplicación del TPM incrementa la productividad del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E.

Para confirmar que el análisis efectuado fue el correcto, se procedió al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de T – Student a la productividad de ambas situaciones.

La regla de decisión será:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 49: Estadística de prueba T - Student para Productividad

		Sig. (bilateral)
Par 1	PRODUCTIVIDAD_antes PRODUCTIVIDAD_después	,000

Fuente: SPSS

3.2.3 Análisis inferencial de la hipótesis específica 1

El análisis de la hipótesis específica 1 de la presente investigación es el siguiente:

H_a : La aplicación del TPM incrementa la eficiencia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa Distribuidora Cummins Perú S.A.C.

Para contrastar la hipótesis específica 1, proceeremos a determinar si la serie de datos tienen comportamiento paramétrico. Dado que la muestra es menor a 30 datos, utilizaremos el estadígrafo Shapiro Wilk. La regla de decisión será:

- Si $p_{\text{valor}} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p_{\text{valor}} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 50: Prueba de normalidad de la Eficiencia con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICIENCIA_Antes	,947	12	,588
EFICIENCIA_Después	,934	12	,428

Fuente: SPSS

Se observa que el p_{valor} de los valores de la eficiencia antes y después son 0.588 y 0.428 respectivamente. En el primer caso la significancia es mayor a 0.05; siendo los datos paramétricos. Para la segunda significancia tenemos un valor mayor a 0.05 que también es paramétrica. Por tanto, utilizaremos la prueba de T - Student para contrastar la hipótesis.

3.2.4 Contrastación de la hipótesis específica 1

- H_0 : La aplicación del TPM no incrementa la eficiencia del área de mantenimiento en la flota de camiones Komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C.
- H_a : La aplicación del TPM incrementa la eficiencia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 e de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C.

Para corroborar, se aplicó la siguiente regla de decisión:

- H_0 : $\text{Eficie}_a \geq \text{Eficie}_d$
- H_a : $\text{Eficie}_a < \text{Eficie}_d$

Dónde:

Eficie_a : Eficiencia antes

Eficie_d : Eficiencia después

Tabla 51: Comparación de medias de la eficiencia antes y después con T – Student

Estadísticas de muestras emparejadas					
		Media	N	Desviación estándar	Media de error estándar
Par 1	EFICIENCIA_ANTES	,8675	12	,06784	,01958
	EFICIENCIA_DESPUES	,9550	12	,02747	,00793

Fuente: SPSS

En la tabla 51, quedó demostrado que la media de la eficiencia antes (0.8675) es menor que la media de la eficiencia después (0.9550), por tanto, no se cumple $H_0 \text{ Eficiencia}_a \geq \text{Eficiencia}_d$, en tal razón se rechaza la hipótesis nula de que La Aplicación del TPM no incrementa la eficiencia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.; y se acepta la hipótesis alterna

Para confirmar el análisis se procedió a analizar mediante el pvalor o significancia los resultados de la prueba de T - Student respecto a la eficiencia para ambas situaciones.

Regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 52: Estadística de prueba T - Student para la Eficiencia

		Sig. (bilateral)
Par 1	EFICIENCIA_Antes - EFICIENCIA_Después	,002

Fuente: SPSS

La tabla 52, muestra la significancia de la prueba T – Student, aplicado a la eficiencia antes y después fue de 0,002; que es menor a 0,05. Por ello rechazamos la hipótesis nula aceptando la hipótesis alterna.

3.2.5 Análisis inferencial de la hipótesis específica 2

El análisis de la hipótesis específica 2 de la investigación correspondió a lo siguiente:

Ha: La aplicación del TPM incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones Komatsu 730 E de la empresa Distribuidora Cummins Perú S.A.C.

Para la contrastación de la hipótesis específica, se determinó si la serie de datos tenía un comportamiento paramétrico. Dado que tenemos 12 datos; esto es, la muestra es menor a 30 se utilizó el estadígrafo Shapiro Wilk.

Regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento no paramétrico
- Si $p\text{valor} > 0.05$ los datos de la serie tienen un comportamiento paramétrico

Tabla 53: Prueba de normalidad de la Eficacia con Shapiro Wilk

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
EFICACIA_Antes	,925	12	,326
EFICACIA_Despues	,756	12	,003

Fuente: SPSS

En la tabla 53, se observa que el p_{valor} de la eficacia antes (pre test), es 0.326 y este valor para el post test es de 0.003. Para la primera significancia el valor es mayor a 0.05, por lo que los datos son paramétricos. Para la segunda sig, se tiene un valor menor a 0.05, por lo que los datos son no paramétricos. Por tanto, se utilizó la prueba de Wilcoxon para la contrastación de las hipótesis.

3.2.6 Contrastación de la hipótesis específica 2

- Ho: La aplicación del TPM no incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 e de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C.

- Ha: La Aplicación del tpm incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones Komatsu 730 e de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C.

La regla de decisión será:

- $H_0: Efic_a \geq Efic_d$
- $H_a: Efic_a < Efic_d$

Dónde:

$Efic_a$: Eficacia antes

$Efic_d$: Eficacia después

Tabla 54: Comparación de medias de la eficacia antes y después con Wilcoxon

Estadísticos descriptivos					
	N	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
EFICACIA_Antes	12	,8808	,06244	,79	,99
EFICACIA_Despues	12	,9775	,02491	,93	1,00

Fuente: SPSS

En la tabla 54, se demostró que la media de la eficacia antes (0.8808) es menor que la media de la eficacia después (0.9775), por ende no se cumple $H_0: Efic_a \geq Efic_d$, en tal razón se

rechaza la hipótesis nula de que La Aplicación del tpm no incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.; y se acepta la hipótesis alterna de que La Aplicación del tpm incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 e de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.

Se procederá al análisis a través del pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon a la eficacia de ambas situaciones.

Por lo cual se aplicará la siguiente regla de decisión:

- Si $p\text{valor} \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula
- Si $p\text{valor} > 0.05$, se acepta la hipótesis nula

Tabla 55: *Estadística de prueba Wilcoxon para eficacia*

Estadísticos de prueba ^a	
	EFICACIA_Despues - EFICACIA_Antes
Z	-2,751 ^b
Sig. asintótica (bilateral)	,006
a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon	
b. Se basa en rangos negativos.	

Fuente: SPSS

De la tabla 55, se pudo verificar que la significancia de la prueba de T - Student, aplicado a la eficacia antes y después es de 0.006, por lo cual es menor a 0.05 y se rechazó la hipótesis nula, aceptando la hipótesis alterna de que La aplicación del TPM incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones Komatsu 730 E de la compañía distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.

IV. DISCUSIÓN

Los alcances de la implementación de esta metodología se contrastaron con las investigaciones siguientes:

4.1 Hipótesis general: El TPM mejora la productividad

APAZA, Ronald. El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera CHAMA PERÚ E.I.R.L. La finalidad de dicho estudio fue implementar el TPM. La productividad mejoró en un 25% pasando de 65% a un 90%. El aporte obtenido estuvo enfocado en implementar y comprender aquellas técnicas implantadas para mejorar la productividad a través del TPM.

El TPM aplicado en la empresa Distribuidora Cummins S.A.C demostró que la productividad antes era de 0,7658 y después de 0,9333 por ende el TPM fue una herramienta de análisis que gestionaba el desarrollo de la productividad por lo que se puede decir que el índice ha mejorado en 21.87 %.

4.2 Hipótesis específica 1: Eficiencia

Quedó demostrado que la media de la eficiencia antes era de 0,8675 y después de 0,9550 siendo la eficiencia una metodología de análisis que gestionaba el desarrollo de la productividad, se puede decir que el índice mejoró en 10.08 %,

Los resultados guardan relación, con CAVALCANTI, Migdaliz. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Dicha herramienta estuvo basada en la implementación del mantenimiento preventivo y el predictivo para incrementar la eficiencia, autónomo y la disponibilidad de las máquinas. El resultado obtenido de operatividad y fiabilidad de la maquinaria varió de un 40% inicial a un 80% final.

4.3. Hipótesis específica 2: Eficacia

Quedó demostrado que la media de la eficacia antes era de 0,8808 y después de 0,9775 y al ser el TPM una herramienta de análisis que permitió mejorar la eficacia, pues el índice ha mejorado en 10.97 %.

Estos resultados guardan relación, con los hallazgos de Muñoz aguilar, Marcelo Alexis. Propuesta de Mantenimiento Productivo Total para la línea de Zincalum de la organización siderúrgica Huachipato SA. (2019). Dicho estudio tuvo como finalidad presentar una estrategia para mejorar la gestión del mantenimiento de la Línea Zincalum de la Cia. Siderúrgica Huachipato, minimizando las fallas de los equipos y los productos defectuosos, a través del TPM para optimizar la confiabilidad de los equipos obteniendo una mejora de de la producción en la línea.

V. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN GENERAL

Quedó demostrado que la media de la productividad antes (0.7658) era menor que la media de la productividad después (0.9333), por lo tanto, se aceptó la hipótesis alterna de que Aplicación del TPM incrementaba la productividad del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 e de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019.

• CONCLUSIONES ESPECÍFICAS

- Quedó demostrado que la implementación del TPM mejoró la media de la eficiencia antes (0.8675) es menor que la media de la eficiencia después (0.9550), por lo tanto, se aceptó la hipótesis alterna de que la aplicación del TPM incrementaba la eficiencia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019. A fin de confirmar que el análisis anterior fue el correcto, se efectuó el análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de T - Student obteniéndose un valor de 0,002.
- Se demostró que con la aplicación del TPM la media de la eficacia antes (0.8808) fue menor que la media de la eficacia después (0.9775), por lo que se aceptó la hipótesis alterna de que la aplicación del TPM incrementa la eficacia del área de mantenimiento en la flota de camiones komatsu 730 E de la empresa distribuidora Cummins Perú S.A.C. Lima – 2019. Se procedió al análisis mediante el pvalor o significancia de los resultados de la aplicación de la prueba de Wilcoxon siendo este de 0,006.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la aplicación del TPM para llegar a la meta de zeros averias y fallas en los camiones 730 – E y a su vez seguir cumpliendo con el mantenimiento paso a paso para asi evitar acciones correctivas

Cuando se realice las inspecciones de las partes de los camiones, anotar las observaciones del mantenimiento autónomo, como forma para darle seguimiento para poder ejecutar todas las tareas fijadas sin ningún tipo de inconvenientes. Senecesita por parte de la compañía el desarrollo de políticas en temas de mantenimiento y capacitaciones siguiendo con las actualizaciones del dia a dia.

Contar con trabajadores altamentes calificados que evalúen no solamente los camiones si no los conocimientos de los técnicos o mecánicos del área de mantenimiento para que tengan un buen desempeño en el trabajo.

VII.- REFERENCIAS

APAZA, Quispe, Ronald. El modelo de mantenimiento productivo total TPM y su influencia en la productividad de la empresa minera CHAMA PERÚ E.I.R.L. Tesis en Ingeniería Industrial. Juliaca, Perú: Universidad Andina, Facultad de Ingeniería y Ciencias puras, 2015. 158pp. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/438>

BABBIE Earl. Fundamentos de la investigación socia. Internatinal Thomson Editores. México, 2009

CARDOZO, E. Implementación de Herramientas Lean para el mejoramiento de la Efectividad Global del Equipo de perforación SKS12 Reedrill de la mina Lagunas Norte, de la Minera Barrick Misquichilca S.A. Tesis para optar por el título profesional de Ingeniero Industrial. Universidad Privada del Norte, 2013. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6288>

CAVALCANTI, M. Adaptación de un Programa de Mantenimiento Productivo Total y aplicación de un sistema de indicadores de efectividad global de los equipos para una compañía minera. Tesis (Titulación en Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad peruana de ciencias aplicadas, Facultad de Ingeniería, 2006. 96pp. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273465/MCavalcanti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CUATRECASAS, LLUIS TPM: Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción. Barcelona: PROFIT, 2010.

CUATRECASAS LLUIS. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos: Organización de la producción y dirección de operaciones Ediciones Díaz de Santos, 2012 ISBN 8499693563, 978849969569

CUATRECASAS, Lluís. Gestión del mantenimiento de los equipos productivos. [En línea]. España: Díaz de Santos, 2012. [Fecha de consulta: 24 de septiembre de 2016]. Disponible en: <https://goo.gl/BQecLo> ISBN: 978-84-9969-349-1

CUATRECASAS, LL. y Torrell, F. TPM en un entorno de Lean Management. Barcelona: Profit Editorial, 2010. 411 p. ISB: 978-84-92956-12-8.

GARCÍA, S Las 6 grandes pérdidas que busca eliminar el Mantenimiento Productivo Total. Publicado en CONEXION ESAN el 5 de Mayo 2016. Disponible en <https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2016/05/las-6-grandes-perdidas-que-busca-eliminar-el-mantenimiento-productivo-total/>

GARCÍA, Oliverio. Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial. Bogotá Ediciones de la U., 2012. 168 pp. ISBN: 9587620518

GUTIERREZ, H.P. Calidad Total y Productividad. México: Mc Graw Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0315-2

HARTMAN, E. H. Total Productive Maintenance: Successfully installing TPM in n Non Japanese Plant. Pittsburgh, Pennsylvania. Charlotte, North Carolina; 1992.

HERNÁNDEZ MATÍAS & Vizán Idoipe Lean manufacturing : concepto, técnicas e implantación. Editorial: E.O.I. Escuela de Organización Industrial, 2013. ISBN 13: 9788415061403

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. 1 ra. Ed. México, D. F: McGraw – HILL / INTERAMERICA EDITORES S.A, 2010. 497 p. ISBN: 968-422-931-3.

HERNÁNDEZ Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio 5ta edición McGRAW-HILL / Interamericana editores, S.A. DE C.V. 2006, ISBN: 978-607-15-0291-9 disponible en https://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia%20de%20la%20investigaci%C3%B3n%205ta%20Edici%C3%B3n.pdf

JIMENEZ, Y. Propuesta de mejora bajo la filosofía de mantenimiento productivo total para la empresa Cummins de las Andes S.A. Tesis (Ingeniero Industrial). Caldas: Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ingeniería Industrial. 2012; 50 pp. http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/726/1/PROPUESTAS_MEJORA_BAJO_FILOSOFIA_TPM_EMPRESA_CUMMINS.pdf

MANSILLA DEL VALLE, N. Aplicación de la metodología de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la estandarización de procesos y reducción de pérdidas en la fabricación de goma de mascar en una industria nacional. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Santiago de

Chile 2011: Universidad de Chile, Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/115896>

MARIN-GARCIA, J, Bautista, Y, & Garcia-sabater, J. Implantación de la innovación continua en la gestión de operaciones: una revisión de la literatura. Revista Innovar, 2011 20(38), 77–94

MONTOYA, I. G., & Parra, C. E. Implementación del total productive management (TPM) como tecnología de gestión para el desarrollo de los procesos. Bogota 2010. MORA, E. (2009). Los ingredientes correctos para una implementación exitosa del Lean o del TPM

MORA, Enrique. ¿Cómo tener éxito implementando TPM? En: Grupo TPM online, disponible en: http://www.tpmonline.com/articles_on_total_productive_maintenance/tpm/ExitoImplementandoTPM.htm

MORA Gutiérrez, Alberto. Mantenimiento, Planeación, Ejecución y Control. 1º Ed. México: Editorial Alfaomega Grupo Editor, 2009. 528 pp. ISBN: 9789586827690

MUÑOZ, Marcelo Alexis. Propuesta de Mantenimiento Productivo Total para la línea de Zincalum de la compañía siderúrgica Huachipato SA. Tesis (Ingeniero civil industrial). Concepción: Universidad del Bío - Bío, 2009. http://repobib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2319/1/Munoz_Aguilar_Marcelo_Alexis.pdf

NAKAJIMA, Seiichi. Programa de desarrollo del TPM. Madrid: Edición en español Tecnología de gerencia y producción S.A. 1991. 32pp.

PALACIOS, Eduardo. Mejora de la Productividad de la planta de producción de la empresa MB Mayflower Buffalos S.A mediante la ampliación de un sistema de producción esbelta. Para optar por el grado de Master en Ingeniería Industrial y Productividad. Quito: Escuela Politécnica Nacional. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/15183>

PROKOPENKO, Joseph. Productivity management. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo. 1989. 333pp.ISBN: 92-2-105-901-4

QUESADA, Nel. Metodología de la Investigación. 1a ed. Lima: Macro EIRL, 2010. P.334.

REY, Sacristán, Francisco. Mantenimiento total de la producción [en línea]. Madrid. Fundación Confemetal, 2002. Disponible en: https://books.google.com.pe/books/about/Mantenimiento_Total_de_la_Producci%C3%B3n_TP.html?hl=es&id=t05vRBKtkQcC&redir_esc=y

RUIZ, E. y Mayorga, M. Herramienta de manufactura esbelta aplicadas a una propuesta de mejora en un laboratorio químico de análisis de minerales de una empresa comercializadora. Tesis para optar el grado de Magister en ingeniería industrial con Mención en Gestión de Operaciones, PUCP 2014. Lima – Perú [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5270/RUIZ_EVELYN_MANUFACTURA_ESBELTA_MEJORA_LABORATORIO_QUIMICO_ANALISIS_MINERALES_EMPRESA_COMERCIALIZADORA.pdf?sequence=1&isAllowed=](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5270/RUIZ_EVELYN_MANUFACTURA_ESBELTA_MEJORA_LABORATORIO_QUIMICO_ANALISIS_MINERALES_EMPRESA_COMERCIALIZADORA.pdf?sequence=1&isAllowed=1)

STEINBACHER, H. R., & Norma, L. TPM for America: What it is and Why you need it. Portland, Oregon: Productivite Press Inc. 1993.

SHIROSE, K. TPM for workshop leaders. Portland, Oregon, USA: Productivity press Inc. 1992.

TAMAYO Tamayo Mario: El proceso de la investigación científica. LIMUSA Noriega Editores. 3 ra. Ed. México, D. F ISBN 968-18-5872-7

VALDERRAMA, Santiago. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. 2ª ed. Lima: Editorial San Marcos, 2013. 495 pp. ISBN: 9786123028787

VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos Para Elaborar Proyectos De Investigación Científica. Perú: Editorial San Marcos E.I. R. L., 2015. 496 p. ISB: 978-612-302-878-7.


VIII. ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Coherencia

Problema	Objetivos	Hipótesis
Generales		
¿De qué manera la aplicación del TPM para incrementa la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019?	Determinar como la aplicación del TPM incrementa la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.	La aplicación del TPM incrementa la productividad en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.
Específicos		
¿De qué manera la aplicación del TPM para incrementa la eficiencia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019?	Determinar como la aplicación del TPM incrementa la eficiencia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.	La aplicación del TPM incrementa la eficiencia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.
¿De qué manera la aplicación del TPM para incrementa la eficacia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019?	Determinar como la aplicación del TPM incrementa la eficacia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.	La aplicación del TPM incrementa la eficacia en el área de mantenimiento de la flota de camiones Komatsu 730 - E Distribuidora Cummins Perú S.A.C, Lima – 2019.


Fuente: Elaboración propia - 2019

Anexo 02: Información de datos para obtener los tiempos utiles de la flota de camiones (horas)

<div>  <div> INFORMACIÓN DE DATOS PARA OBTENER LOS TIEMPOS ÚTILES DE LA FLOTA DE CAMIONES (HORAS) </div> </div>																
semanas	camión 1	camión 2	camión 3	camión 4	camión 5	camión 6	camión 7	camión 8	camión 9	camión 10	camión 11	camión 12	camión 13	camión 14	camión 15	promedio de tiempo útil de los 15
1	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
2	1900	1901	1899	1900	1900	1900	1901	1899	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900	1900
3	1900	1950	1900	1950	2100	1950	2005	2000	1990	1990	1990	2130	1985	1990	1950	1985
4	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2200	2190	2200	2200	2200	2200	2210	2200	2200
5	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150	2150
6	2090	2080	2100	2090	2070	2110	2090	2090	2090	2080	2100	2090	2090	2060	2120	2090
7	2150	2140	2130	2160	2170	2150	2140	2130	2160	2170	2150	2150	2150	2150	2150	2150
8	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2220	2160	2220	2220	2220	2280	2220
9	1850	1840	1820	1810	1860	1880	1890	1860	1840	1870	1820	1880	1850	1840	1840	1850
10	1800	2000	1600	2200	1400	1800	1800	1900	1700	1800	1800	1900	1700	1800	1800	1800
11	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760	1760
12	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970	1970

Fuente: Elaboración propia 2019

Anexo 03: Formato de Capacitación de la Herramienta del TPM – Fases de Implementación.

		CAPACITACIÓN DE LA HERRAMIENTA DEL TPM - MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (Fases de Implementación)	
ELABORADO POR:			
FECHA: 1/04/2019			
TEMAS DE CAPACITACIÓN			
1 - ¿Qué es el TPM ? Busca el mejoramiento continuo que logra maximizar la eficiencia del sistema productivo, minimizando los tiempos y maximizando la efectividad, disponibilidad y desempeño de los equipos, reduciendo paradas imprevistas, mejorando el ambiente de trabajo, se logra el compromiso del personal, previniendo algún tipo de pérdida durante el ciclo de vida productivo de la maquinaria			
2 - Objetivo del TPM : Mejorar la Disponibilidad y Confiabilidad de los equipos			
3 - Las 4 Fases de Implementacion del Mantenimiento Productivo Total			
* PREPARACIÓN	Decisión de aplicar el TPM, Informacion sobre el TPM y Estructura proporcional del mantenimiento		
* INTRODUCCIÓN	Inicio formal del TPM		
* IMPLEMENTACIÓN	Mejoras orientadas, Formacion y capacitacion, programa de mantenimiento autonomo y planificado		
* CONSOLIDACIÓN	Resultados del plan de mejora (Datos Pos - Test)		
El Plan de la propuesta nos permitirá conocer, organizar y planificar, para un mejor entendimiento se desarrollará en cuatro fases: Preparación, Introducción, Implantación, Consolidación.			
4 - MANTENIMIENTO AUTÓNOMO es una serie de actividades que se realizan rutinariamente por todos los colaboradores que operan los equipos, entre ellos la inspección, lubricación, la limpieza. Check list- es decir una lista de de actividades rutinarias que ya están establecidos pero que se Plan de capacitación : Es toda una actividad realizada en una organización, respondiendo sus requerimientos que tiene por objetivo seguir mejorando.			
5 - MANTENIMIENTO PLANIFICADO Es definido como una técnica esencial en las empresas en lo que se proyecta y se programa, -Inventario técnico, -Procedimientos técnicos a efectuar -Control de frecuencias, indicando la fecha exacta a efectuar el trabajo. -Registro de reparaciones, repuestos y costos que ayuden a planificar			
Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento)		Aprobado por: _____ (Supervisor General - Área de Mantenimiento)	
Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Técnico			

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 04: Fotos 1 – Capacitaciones sobre la herramienta TPM




Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 05: REGISTRO DE FALLAS PARA LA FLOTA DE CAMIONES 730 – E

[illegible]


Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 06: FORMATO DE ANÁLISIS DE FALLAS PARA LA FLOTA DE CAMIONES 730 – E

		FORMATO DE ANÁLISIS DE FALLAS PARA LA FLOTA DE CAMIONES 730 - E	
Área:		N° del equipo / camión:	
Jefe de área:		Tipo de documentos:	
Supervisor General:		Fechas:	
Técnico:		Código:	
1 - Describa el por qué se dio la falla ?			
¿ Por qué ?			
2 - Efectos que ocasiono la falla ?			
Que ocasiona			
3 - Cual fue la raíz del problema ?			
¿ Por qué ?			
4 - Que recomendaciones sugiere para la prevención del problema ?			
sustente			
Analista			
Firma			
Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento)		Aprobado por: _____ (Supervisor General del área de Mantenimiento)	

Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 07: Registro de Capacitación del Mantenimiento Autónomo

		REGISTRO DE CAPACITACIÓN E INDUCCIÓN					
FECHA:		MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - MANTENIMIENTO AUTÓNOMO Y MANTENIMIENTO PLANIFICADO					
HORA DE INICIO:							
HORA DE FINALIZACIÓN:							
Elaborado por:		RAÚL DAVID BALTODANO CRUZADO					
Entrenador:							
<input type="checkbox"/> INDUCCIÓN		<input type="checkbox"/> ENTRENAMIENTO		<input checked="" type="checkbox"/> CAPACITACIÓN		<input checked="" type="checkbox"/> X	
N°	APELLIDOS Y NOMBRES	CARGO	ÁREA	DNI	ASISTENCIA	FIRMA	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
<div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 20px;"> <div> Aprobado por: _____ (Jefe Del Área de Mantenimiento) </div> <div> Aprobado por: _____ (Supervisor General - Área de Mantenimiento) </div> <div> Elaborado por: _____ (Persona especializado del Tema) - Técnico </div> </div>							

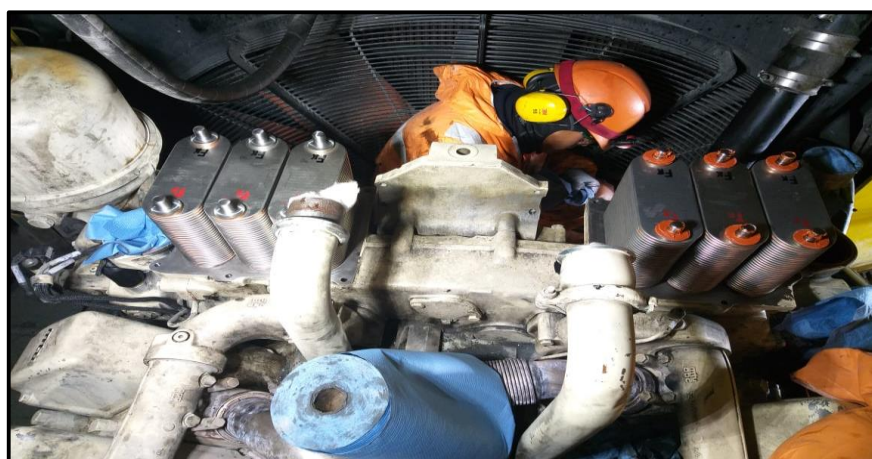
Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 08: Fotos de la capacitación e inducción



Fuente: Elaboración propia - 2019

Anexo 09: Foto de limpieza del motor del camión 730 – E



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 10: Foto de limpieza los discos



Fuente: Elaboración propia – 2019

Anexo 11: Limpieza del camión 730 – E



Fuente: Elaboración propia - 2019

**DOCUMENTOS PARA VALIDAR LOS INSTRUMENTOS DE
MEDICIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a)(ita):

.....

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Me es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que siendo estudiante de la Escuela de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede Lima Norte, promoción 2019, requiero validar los instrumentos con los cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título de mi proyecto de investigación es: **APLICACIÓN DEL TPM PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE MANTENIMIENTO EN LA FLOTA DE CAMIONES KOMATSU 730 - E DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA CUMMINS PERÚ S.A.C, EN LA UNIDAD BARRICK LAGUNAS NORTE – 2019** y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Definiciones conceptuales de las variables y dimensiones.
- Matriz de operacionalización de las variables.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Firma

Apellidos y nombre:

D.N.I:

DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES Y DIMENSIONES

VARIABLE INDEPENDIENTE: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL - TPM

Cuatrecasas (2012) señala que el objetivo del Mantenimiento Productivo Total es elevar la eficiencia total de los equipos en todo el proceso productivo, mediante la eliminación de fallas, accidentes y defectos a partir de la colaboración de todos los colaboradores. Esto se logra como resultado de una preparación y capacitación especial al personal lo que lleva a promover cero averías en cada proceso establecido por la organización (p.671).

Dimensiones de las variables: DISPONIBILIDAD Y CONFIABILIDAD

Dimensión 1: DISPONIBILIDAD

Disponibilidad: Entonces contabilizamos las horas calendario de ese período y le restamos todas las horas que el equipo en estudio estuvo detenido por intervenciones de mantenimiento, (mantenimientos de emergencia, mantenimientos correctivos, mantenimientos preventivos, etc.) (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.28).

Dimensión 2: CONFIABILIDAD

Confiabilidad: Debemos contabilizar las horas del período en cuestión, y descontarle las horas que el equipo en estudio no estuvo disponible para operar por detenciones de mantenimientos correctivos. (Agustiady, Tina y Cudney, Elizabeth, 2015, p.29).

VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD

Para Olavarrieta J., (1999), es la relación que existe entre la producción y los insumos; esto es la relación entre lo que sale y lo que ingresa, la relación que existe entre lo que se logra y los recursos utilizados para conseguirlos, los recursos son muy diversos, máquinas, materia, mano de Obra, energía, etc. En la cual se puede realizar la evaluación de las productividades totales como a la vez productividades parciales. (, p. 49)

Dimensiones de las variables: EFICIENCIA Y EFICACIA

Dimensión 1: EFICIENCIA

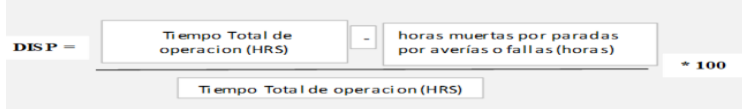

“La eficiencia es la relación entre el tiempo útil y el tiempo total” (Gutiérrez, 201, p.21).”

Dimensión 1: EFICACIA

“La eficacia es el grado en que se realizan las actividades programadas y se alcanzan los resultados programados” (Gutiérrez, 2010, p.21).”

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN N° 1

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y PRODUCTIVIDAD

N°	Variable / Dimensión	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1: DISPONIBILIDAD							
								
	Dimensión 2: CONFIABILIDAD							
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 : EFICIENCIA							
	(Flota de horas de camiones trabajadas / Flota de horas de camiones disponibles) * 100							
	Dimensión 2: EFICACIA							
	(Cantidad de material removido / cantidad de material a ser removido programado) * 100							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./Mg: ESTRADA NÚÑEZ SANTIAO DNI:

Especialidad del validador: ING QUÍMICO

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

16 de 11 del 2018


Firma del Experto Informante.

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN N° 2

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y PRODUCTIVIDAD

N°	Variable / Dimensión	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL							
	Dimensión 1: DISPONIBILIDAD							
	$DISP = \frac{\text{Tiempo Total de operación (HRS)} - \text{horas muertas por paradas por averías o fallas (horas)}}{\text{Tiempo Total de operación (HRS)}} * 100$							
	Dimensión 2: CONFIABILIDAD							
	$\text{Confiabilidad} = \frac{MTBF}{MTBF + MTR} * 100$ <p>MTBF = Tiempo medio entre fallas (tiempo de operación / numero de fallas) TMPR (MTR): Tiempo promedio para reparación (tiempo de reparación / Numero de fallas)</p>	Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 : EFICIENCIA							
	(Flota de horas de camiones trabajadas / Flota de horas de camiones disponibles) * 100							
	Dimensión 2: EFICACIA							
	(Cantidad de material removido / cantidad de material a ser removido programado) * 100							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay Suficiencia

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [☒] Aplicable después de corregir [☐] No aplicable [☐]

Apellidos y nombres del juez validador, Dr/ Mg: Montoya Córdova Gustavo DNI: 07500140

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


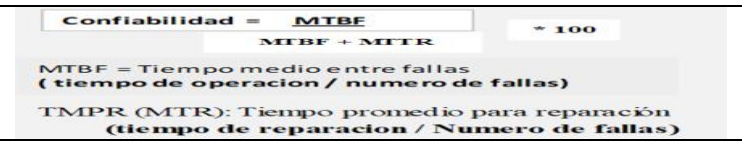
20 de 11 del 2018

[Firma]

Firma del Experto Informante.

INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN N° 3

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE EL MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL Y PRODUCTIVIDAD

N°	Variable / Dimensión	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
	Variable independiente: MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	Si	No	Si	No	Si	No	
	Dimensión 1: DISPONIBILIDAD							
								
	Dimensión 2: CONFIABILIDAD							
		Si	No	Si	No	Si	No	
	Variable dependiente: PRODUCTIVIDAD							
	Dimensión 1 : EFICIENCIA							
	(Flota de horas de camiones trabajadas / Flota de horas de camiones disponibles) * 100							
	Dimensión 2: EFICACIA							
	(Cantidad de material removido / cantidad de material a ser removido programado) * 100							

Observaciones (precisar si hay suficiencia): _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable ☒ Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador, Dr. Mg: Antonio Obregón L. DNI: 08525618

Especialidad del validador: Mg. Gestión Pública

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto técnico formulado.

²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

19 de 11 del 2018

[Firma]
Firma del Experto Informante.